

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS**

**UNIDAD DE TITULACIÓN**

**ANÁLISIS INVESTIGATIVO DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMA  
ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN EN LA INDUSTRIA DE  
LA CONSTRUCCIÓN DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO**

**TRABAJO DE TITULACION PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE  
MAGISTER EN GERENCIA EMPRESARIAL**

**MARIA FERNANDA VASQUEZ UNDA**

mafer\_2410@hotmail.com

**Director: MAGISTER JAIME LUIS CADENA ECHEVERRIA**

jaime.cadena@epn.edu.ec

**2019**

## **APROBACIÓN DEL DIRECTOR**

Como director del trabajo de titulación **ANÁLISIS INVESTIGATIVO DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO** desarrollado por María Fernanda Vásquez Unda, estudiante de la Maestría de Gerencia Empresaria habiendo supervisado la realización de este trabajo y realizado las correcciones correspondientes, doy por aprobada la redacción final del documento escrito para que prosiga con los trámites correspondientes a la sustentación de la Defensa oral.

---

**Magister Jaime Cadena Echeverría**

**DIRECTOR**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

Yo, María Fernanda Vásquez Unda, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

**María Fernanda Vásquez Unda**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo investigativo va dedicado a Dios por brindarme la sabiduría, salud y paciencia.

A mis padres Marco y Adriana, mis hermanos Miguel y Lenin, a mi abuelita Blanca y a la más pequeña de la familia Belén mi sobrina, por estar presentes demostrando su amor y apoyo incondicional.

Y a mis colegas, amigos y docentes que me apoyaron, en especial aquellos que me abrieron las puertas y compartieron su conocimiento a lo largo de mi carrera profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por guiar mi vida, por ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y debilidad.

Gracias infinitas a mis padres, hermanos, abuelita y sobrina por confiar y creer en mí, gracias por estar siempre ahí.

Mi más sincero agradecimiento a mi Director Magister Jaime Cadena E., por la dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>LISTAS DE FIGURAS .....</b>	<b>I</b>
<b>LISTAS DE TABLAS .....</b>	<b>V</b>
<b>LISTAS DE ANEXOS .....</b>	<b>IX</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>X</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>XI</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Justificación .....	3
1.2. Pregunta de Investigación .....	4
1.3. Objetivo General.....	4
1.4. Objetivos Específicos.....	4
<b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>5</b>
2.1.1. Sector de la Construcción.....	5
2.1.2. Norma Ecuatoriana de Construcción.....	9
2.1.3. Sismo Resistente.....	30
2.1.4. Viviendas Informales .....	32
<b>3. METODOLOGÍA.....</b>	<b>36</b>
3.1. Enfoque de Investigación.....	36
3.2. Método de Investigación .....	36
3.3. Herramienta de Recolección de Datos .....	37
3.4. Validación de Herramienta de Recolección de Datos.....	37
3.4.1. Validación de Representatividad .....	38
3.4.2. Validación de Comprensión.....	39

3.4.3.	Validación de Interpretación .....	39
3.4.4.	Validación de Claridad.....	39
3.5.	Determinación de la Población .....	40
3.6.	Determinación de Muestra.....	41
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>43</b>
4.1.	Resultados.....	43
4.1.1.	Cargas No Sísmicas.....	43
4.1.2.	Diseño Sismo Resistente.....	46
4.1.3.	Evaluación y Rehabilitación de Estructuras.....	50
4.1.4.	Geotécnica y Cimentaciones.....	53
4.1.5.	Estructura de Hormigón.....	58
4.1.6.	Estructura de Acero.....	66
4.1.7.	Mampostería Estructural .....	74
4.1.8.	Estructura de Madera .....	81
4.1.9.	Estructuras de Guadúa.....	88
4.1.10.	Viviendas de 2 Pisos .....	92
4.1.11.	Materiales de Vidrio.....	97
4.1.12.	Accesibilidad Universal.....	101
4.1.13.	Contra Incendios .....	103
4.2.	Discusión .....	106
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN .....</b>	<b>109</b>
5.1.	Conclusión.....	109
5.2.	Recomendaciones .....	111
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>112</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>117</b>





## LISTAS DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Niveles de Absorción.....	5
<b>Figura 2</b> – Ingreso de Proyectos Inmobiliarios nuevos al Mercado .....	6
<b>Figura 3</b> – Materiales predominantes en el sector construcción.....	8
<b>Figura 4</b> – Crecimiento del sector construcción.....	8
<b>Figura 5</b> - Estructura de la NEC.....	12
<b>Figura 6</b> – Zonas Sísmicas del Ecuador.....	14
<b>Figura 7</b> - Formulación de Resistencia .....	31
<b>Figura 8</b> – Viviendas Informales en Quito.....	33
<b>Figura 9</b> – Gráfico de Estudios de Cargas no Sísmicas .....	43
<b>Figura 10</b> – Gráfico de Estudios de Cargas Permanentes .....	44
<b>Figura 11</b> – Gráfico de Estudios de Cargas Variables.....	45
<b>Figura 12</b> – Gráfico de Tipo de Edificación.....	46
<b>Figura 13</b> – Gráfico de Altura de Edificación .....	47
<b>Figura 14</b> – Gráfico de Diseño Estructural Sismo Resistente.....	48
<b>Figura 15</b> – Gráfico de Edificación Simétrica.....	49
<b>Figura 16</b> – Gráfico de Planes de Mantenimiento y Rehabilitación .....	50
<b>Figura 17</b> – Gráfico de Mantenimiento y Rehabilitación por Riesgo Sísmico .....	51
<b>Figura 18</b> – Gráfico de Periodicidad Mantenimiento y Rehabilitación.....	52
<b>Figura 19</b> – Gráfico de Perfil de Suelo.....	54
<b>Figura 20</b> – Gráfico de Evaluación del Terreno .....	55
<b>Figura 21</b> – Gráfico de Estudio de geotécnica y del subsuelo .....	56
<b>Figura 22</b> – Gráfico de Actividad Sísmica.....	57
<b>Figura 23</b> – Gráfico de Estructura de Hormigón .....	58

<b>Figura 24</b> – Gráfico de Clasificación de estructura de hormigón .....	59
<b>Figura 25</b> – Gráfico de Resistencia de los materiales .....	60
<b>Figura 26</b> – Gráfico de Resistencia de los materiales agentes agresivos .....	61
<b>Figura 27</b> – Gráfico de Resistencia de los materiales a la intemperie .....	61
<b>Figura 28</b> – Gráfico de Materiales aplicados a la estructura de hormigón .....	62
<b>Figura 29</b> – Gráfico de Formas de los áridos aplicados .....	63
<b>Figura 30</b> – Gráfico de Agua utilizada en la preparación del hormigón .....	64
<b>Figura 31</b> – Gráfico de Refuerzo de acero .....	65
<b>Figura 32</b> – Gráfico de Acero corrugado aplicado a la estructura de hormigón...	65
<b>Figura 33</b> – Gráfico de Estructura de acero.....	67
<b>Figura 34</b> – Gráfico de Clasificación de la estructura de acero .....	67
<b>Figura 35</b> – Gráfico de Tipos de aceros .....	68
<b>Figura 36</b> – Gráfico de Inspector de soldadura.....	69
<b>Figura 37</b> – Gráfico de Inspección en el proceso de soldadura.....	70
<b>Figura 38</b> – Gráfico de Aplicación de planos estructurales.....	71
<b>Figura 39</b> – Gráfico de Tipos de barras de respaldo .....	72
<b>Figura 40</b> – Gráfico de Tipos de barras de respaldo .....	73
<b>Figura 41</b> – Gráfico de Mampostería estructural .....	74
<b>Figura 42</b> – Gráfico de Clasificación de mampostería estructural .....	75
<b>Figura 43</b> – Gráfico de Piezas de mampostería estructural.....	76
<b>Figura 44</b> – Gráfico de Tipo de mortero.....	77
<b>Figura 45</b> – Gráfico de Tipo de cal .....	78
<b>Figura 46</b> – Gráfico de Tipo de Agua.....	79
<b>Figura 47</b> – Mampostería reforzada .....	80
<b>Figura 48</b> – Gráfico de Estructura de madera.....	81

<b>Figura 49</b> – Gráfico de tipo de madera .....	82
<b>Figura 50</b> – Gráfico de Exposición de estructura de madera .....	83
<b>Figura 51</b> – Gráfico de Durabilidad de la estructura de madera .....	83
<b>Figura 52</b> – Gráfico de sustancias preservantes .....	84
<b>Figura 53</b> – Gráfico de Tipo sustancias preservantes .....	85
<b>Figura 54</b> – Gráfico de Tratamiento de la madera .....	86
<b>Figura 55</b> – Gráfico de Elementos metálicos anticorrosivos .....	87
<b>Figura 56</b> – Gráfico de Estructuras de Guadúa .....	88
<b>Figura 57</b> – Gráfico de Deformaciones de Guadúa .....	89
<b>Figura 58</b> – Gráfico de Grietas en la Guadúa .....	90
<b>Figura 59</b> – Gráfico de Sustancias preservantes .....	91
<b>Figura 60</b> – Gráfico de Tipo de preservantes .....	91
<b>Figura 61</b> – Gráfico de Viviendas de 2 Pisos .....	92
<b>Figura 62</b> - Gráfico de Configuración Estructural.....	93
<b>Figura 63</b> – Gráfico de Pórticos y Muros de la Vivienda .....	94
<b>Figura 64</b> – Gráfico de Continuidad de Pórticos y Muros de la Vivienda .....	95
<b>Figura 65</b> – Gráfico de Regularidad del Piso .....	95
<b>Figura 66</b> – Gráfico de Irregularidad en Elevación .....	96
<b>Figura 67</b> – Gráfico de Aplicación de Vidrios .....	98
<b>Figura 68</b> – Gráfico de Seguridad de Vidrios .....	98
<b>Figura 69</b> – Gráfico de Estanquidad al Agua .....	99
<b>Figura 70</b> – Gráfico de permeabilidad del aire.....	100
<b>Figura 71</b> – Gráfico de Espacios de Uso Público .....	101
<b>Figura 72</b> – Gráfico de Características de Uso Público .....	102
<b>Figura 73</b> – Gráfico de Elementos de Accesibilidad .....	103

<b>Figura 74</b> – Gráfico de Seguridad y Protección Contra Incendios .....	104
<b>Figura 75</b> – Gráfico de Estructura contra Incendios .....	104
<b>Figura 76</b> – Gráfico de Sistema contra Incendios.....	105

## LISTAS DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> - Distribución de proyectos en el Distrito Metropolitano de Quito.....	6
<b>Tabla 2</b> - Valores del Factor Z.....	13
<b>Tabla 3</b> - Clasificación de Suelos.....	15
<b>Tabla 4</b> - Tipo de edificaciones .....	15
<b>Tabla 5</b> - Valor R Estructural.....	16
<b>Tabla 6</b> - Aspectos de la investigación Geotécnica y de Suelo.....	18
<b>Tabla 7</b> - Estructuras de Hormigón .....	19
<b>Tabla 8</b> – Elementos de Accesibilidad .....	26
<b>Tabla 9</b> – Clasificación de Vidrios Fabricados .....	28
<b>Tabla 10</b> - Alfa de Cronbach de Representatividad .....	38
<b>Tabla 11</b> - Alfa de Cronbach de Comprensión .....	39
<b>Tabla 12</b> - Alfa de Cronbach de Interpretación .....	39
<b>Tabla 13</b> - Alfa de Cronbach de Claridad.....	39
<b>Tabla 14</b> – Cantidad de Empresas en Ecuador .....	40
<b>Tabla 15</b> - Variables de la Muestra .....	41
<b>Tabla 16</b> – Frecuencias de la Normativa de Cargas No Sísmicas .....	45
<b>Tabla 17</b> - Frecuencias de la Normativa de Geotécnica y Cimentaciones.....	57
<b>Tabla 18</b> - Frecuencias de la Normativa de Estructura de Hormigón.....	66
<b>Tabla 19</b> - Frecuencias de la Normativa de Estructura de Acero.....	73
<b>Tabla 20</b> - Frecuencias de la Normativa de Estructura de Mampostería .....	80
<b>Tabla 21</b> - Frecuencias de la Normativa de Estructura de Madera .....	87
<b>Tabla 22</b> - Frecuencias de la Normativa de Vivienda de 2 pisos .....	97
<b>Tabla 23</b> - Frecuencias de la Normativa de Materiales de Vidrio.....	100

<b>Tabla 24</b> - Frecuencias de la Normativa de Contra Incendios .....	106
<b>Tabla 25</b> – Frecuencia de la Norma Ecuatoriana de la Construcción .....	106
<b>Tabla 26</b> – Estudios de Cargas no Sísmicas .....	125
<b>Tabla 27</b> – Estudios de Cargas Permanentes.....	125
<b>Tabla 28</b> – Estudios de Cargas Variables .....	125
<b>Tabla 29</b> – Tipo de Edificación.....	125
<b>Tabla 30</b> – Altura de Edificación .....	125
<b>Tabla 31</b> – Diseño Estructural Sismo Resistente .....	126
<b>Tabla 32</b> – Edificación Simétrica.....	126
<b>Tabla 33</b> – Planes de Mantenimiento y Rehabilitación .....	126
<b>Tabla 34</b> – Mantenimiento y Rehabilitación por Riesgo Sísmico .....	126
<b>Tabla 35</b> – Periodicidad Mantenimiento y Rehabilitación.....	126
<b>Tabla 36</b> – Perfil del Suelo .....	127
<b>Tabla 37</b> – Evaluación del terreno .....	127
<b>Tabla 38</b> – Estudio de geotécnica y del subsuelo .....	127
<b>Tabla 39</b> – Actividad Sísmica.....	127
<b>Tabla 40</b> – Estructura de Hormigón .....	127
<b>Tabla 41</b> – Clasificación de la estructura de hormigón .....	128
<b>Tabla 42</b> – Resistencia de los materiales .....	128
<b>Tabla 43</b> – Resistencia de los materiales a agentes agresivos.....	128
<b>Tabla 44</b> – Resistencia de los materiales al intemperie .....	128
<b>Tabla 45</b> – Materiales aplicados a la estructura de hormigón.....	128
<b>Tabla 46</b> – Formas de los áridos aplicados.....	129
<b>Tabla 47</b> – Agua utilizada en la preparación del hormigón .....	129
<b>Tabla 48</b> – Refuerzo de acero.....	129

<b>Tabla 49</b> –Acero corrugado aplicado a la estructura de hormigón.....	129
<b>Tabla 50</b> – Estructura de acero.....	129
<b>Tabla 51</b> – Clasificación de la estructura de acero .....	130
<b>Tabla 52</b> –Tipo de acero .....	130
<b>Tabla 53</b> – Inspector de soldadura.....	130
<b>Tabla 54</b> – Inspección en el proceso de soldadura.....	130
<b>Tabla 55</b> – Aplicación de planos estructurales.....	130
<b>Tabla 56</b> – Tipos de barras de respaldo .....	131
<b>Tabla 57</b> – Remover barras de respaldo.....	131
<b>Tabla 58</b> – Mampostería estructural .....	131
<b>Tabla 59</b> – Clasificación de mampostería estructural .....	131
<b>Tabla 60</b> – Piezas de mampostería estructural.....	131
<b>Tabla 61</b> – Tipo de mortero.....	132
<b>Tabla 62</b> – Tipo de Cal.....	132
<b>Tabla 63</b> – Tipo de Agua.....	132
<b>Tabla 64</b> – Mampostería reforzada .....	132
<b>Tabla 65</b> – Estructura de madera.....	132
<b>Tabla 66</b> – Tipo de madera .....	133
<b>Tabla 67</b> – Exposición de estructura de madera.....	133
<b>Tabla 68</b> – Durabilidad de la estructura de madera .....	133
<b>Tabla 69</b> – Sustancias preservantes.....	133
<b>Tabla 70</b> – Tipo sustancias preservantes .....	133
<b>Tabla 71</b> – Tratamiento de la Madera .....	134
<b>Tabla 72</b> – Elementos metálicos anticorrosivos .....	134
<b>Tabla 73</b> – Estructuras de Guadúa .....	134

<b>Tabla 74</b> – Deformaciones de Guadúa .....	134
<b>Tabla 75</b> – Grietas en la Guadúa .....	134
<b>Tabla 76</b> – Sustancias preservantes .....	135
<b>Tabla 77</b> – Tipo de preservantes .....	135
<b>Tabla 78</b> – Edificaciones clasifican como viviendas de 2 pisos .....	135
<b>Tabla 79</b> – Estructura eficiente actividad sísmica .....	135
<b>Tabla 80</b> – Pórticos y muros anclados a la cimentación .....	135
<b>Tabla 81</b> – Pórticos y muros presentan continuidad en la plata superior .....	135
<b>Tabla 82</b> – Sistema de piso de la vivienda es regular .....	136
<b>Tabla 83</b> – Irregularidades geométricas que presenta la vivienda .....	136
<b>Tabla 84</b> – Aplicación de vidrios en desarrollo de edificaciones .....	136
<b>Tabla 85</b> – Los materiales de vidrios cumplen con los parámetros de seguridad .....	136
<b>Tabla 86</b> – Los materiales de vidrios presentan características de estanquidad de agua .....	136
<b>Tabla 87</b> – Materiales de vidrios presentan características de permeabilidad de aire .....	136
<b>Tabla 88</b> – Constructoras con accesibilidad universal .....	137
<b>Tabla 89</b> – Áreas comunes de la edificación cumplen con las características...	137
<b>Tabla 90</b> – Edificación presenta elementos de accesibilidad .....	137
<b>Tabla 91</b> – Aplicación de seguridad contra incendios .....	137
<b>Tabla 92</b> – La estructura presenta áreas que facilitan la supervivencia.....	137
<b>Tabla 93</b> – La edificación presenta sistemas contra incendios .....	138



## LISTAS DE ANEXOS

<b>Anexo I</b> Instrumento de la Investigación .....	118
<b>Anexo II</b> Tablas de Resultados .....	125

## RESUMEN

La presente tesis de maestría está enfocada en determinar el grado de cumplimiento de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, por parte de las compañías o empresas que pertenecen a esta industria constructora. El tema se definió, debido al riesgo que presentan la mayoría de las edificaciones en el Distrito Metropolitano de Quito de colapsar durante un evento sísmico, y ocasionar la pérdida de vidas; y la importancia de cumplir con los requisitos establecidos en la NEC para proporcionar una protección en mayor medida y de garantizar la funcionalidad de una edificación, luego de un evento sísmico extremo. A través de los resultados del presente trabajo de investigación, se podrá identificar el nivel de cumplimiento que presentan las constructoras en cada uno de los capítulos de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, e informar al Estado sobre los puntos que se deben enfocar para garantizar que todos los profesionales, empresas e instituciones públicas y privadas pertenecientes a la construcción, cumplan con los requisitos mínimos establecidos en la normativa.

**Palabras clave:** Construcción, Estructura, Sismo, Resistencia, Seguridad.

## **ABSTRACT**

The present master's thesis is focused on determining the degree of compliance with the Ecuadorian Construction Standard, by the companies or companies that belong to this construction industry. The issue was defined, due to the risk presented by most buildings in the Metropolitan District of Quito to collapse during a seismic event, and cause loss of life; and the importance of complying with the requirements established in the NEC to provide greater protection and to guarantee the functionality of a building, after an extreme seismic event. Through the results of this research work, it will be possible to identify the level of compliance that the construction companies present in each of the chapters of the Ecuadorian Construction Standard, and inform the State about the points that must be focused to ensure that all the professionals, companies and public and private institutions belonging to the construction, comply with the minimum requirements established in the regulations

**Keywords:** Construction, Structure, Earthquake, Resistance, Safety

# 1. INTRODUCCIÓN

El Ecuador es un país con alta actividad sísmica, desde 1906 se han registrado cerca de una decena de movimientos sísmicos de gran relevancia, que van desde una magnitud sismológica de 6 hasta de 8,8. Una de las causas de esta importante actividad telúrica se debe al Cinturón de Fuego del Pacífico, una zona de 40.000 kilómetros de longitud, que abarca a países de América como Chile, Argentina, Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia, Panamá, Costa Rica, Nicaragua, El Salvador, Honduras, Guatemala, México, Estados Unidos y Canadá; y se prolonga hasta las costas e islas de Rusia, Japón, Taiwán, Filipinas, Indonesia, Papúa Nueva Guinea y Nueva Zelanda (Notímerica, 2016).

Debido a esta alta actividad sísmica en el país, el 19 de agosto del 2014 el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), mediante el Acuerdo Ministerial 0028, oficializa la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) apoyada en la potestad del Estado de ejercer “la rectoría para la planificación, regulación, control, financiamiento y elaboración de políticas de hábitat y vivienda” según el artículo 375 de la Constitución de la República del Ecuador (Asamblea Nacional Constituyente, p. 64) así también del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) el cual dentro de sus disposiciones generales establece la obligatoriedad para el cumplimiento de la NEC expedidas por el MIDUVI. Esta nueva normativa reemplaza al antiguo Código Ecuatoriano de la Construcción que regía desde el 13 de junio del 2001 y establecía las especificaciones más básicas para el diseño de estructuras para que resistan los efectos de siniestros sísmicos, cuya aplicación era nacional, aunque muy limitado en sus especificaciones.

La NEC normará la “seguridad estructural y el cálculo y el dimensionamiento para el diseño sísmo resistente de las edificaciones” (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014, p. 3) siendo los municipios las entidades competentes de hacer cumplir la norma en todo el proceso de su construcción, con un especial interés en la realización de ensayos y pruebas que establezcan las excelentes propiedades físicas y mecánicas utilizadas.

A partir de la expedición de la NEC han pasado más de tres años y no se han realizado investigaciones de la aplicación de dichas normas en la industria de la construcción, como tampoco se tienen estadísticas o informes que den cuenta de la eficacia de su aplicabilidad. Esto se debe a que no existe un departamento en el MIDUVI encargado de verificar los estudios ya realizados y establecer si la normativa es la adecuada para garantizar la

seguridad estructural, el cálculo y el dimensionamiento para el diseño sismo resistente de las edificaciones en el país.

Al momento, y luego de revisar minuciosamente las publicaciones sobre la aplicación de la NEC, se ha encontrado estudios como los realizados por Vielma y Cando (2017) sobre la evaluación del factor de comportamiento de la NEC para estructuras metálicas porticadas, donde los autores hacen un “análisis incremental dinámico para determinar la máxima resistencia de edificios sometidos a terremotos de intensidad variable” (Evaluación del factor de comportamiento de la Norma Ecuatoriana de la Construcción para estructuras metálicas porticadas, 2017, p. 271) haciendo una evaluación del comportamiento que se presenta en la NEC. Publicaciones como la antes citada evalúa el comportamiento de materiales, resistencia y estructura bajo la NEC, pero no se tiene hasta el momento referencias de estudios que analicen si la normativa está siendo aplicada y garantiza la seguridad estructural.

Por lo tanto, no se conoce qué sectores de la industria de la construcción están aplicando la NEC y si tiene una efectividad importante en el cumplimiento de su objetivo. Tanto el constructor como el dueño de la construcción podría restar la importancia de la normativa y omitir trámites de aprobación de esta, sin importar si esto influye en la prevención de daños producidos por eventos sísmicos, que puede causar no solo la destrucción de los bienes materiales y sino también la pérdida de vidas humanas.

Así es como la investigación se plantea la siguiente interrogante:

- ¿Existen sectores de la industria de la construcción en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) que cumplen con la NEC?

Si la industria de la construcción del DMQ y de las otras ciudades del país no implementan y no cumplen la NEC, se podría volver a reiterar el efecto devastador del 16 de abril del 2016, el mismo que causó grandes pérdidas de vidas humanas y materiales, que dejó a varias personas sin hogares. Las edificaciones fueron afectadas de manera significativa por no aplicar la normativa, tal vez por abaratar costos en los materiales y no contar con el asesoramiento de profesionales calificados y por ende no realizar los cálculos y estudios necesarios en el territorio de construcción.

Es importante mencionar que el país debe dar mayor importancia a la aplicación de la NEC, ya que es el Estado el responsable de velar por la seguridad de los habitantes. Representa

también la probabilidad de pérdidas económicas el hecho de la inseguridad en la construcción, alejando la inversión extranjera y nacional.

## **1.1. Justificación**

Antes del terremoto del 16 de abril del 2016 el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (IG) ya preveía un fuerte evento telúrico “frente a las costas de Esmeraldas y Manabí. O en otra parte, incluida Quito” (Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, 2011) a la vez ya afirmaba que “la construcción informal en el país es casi del 70%”, llamada así porque no cuentan con “la revisión de un profesional y las edificaciones fueron construidas por maestros de obra con mucha o ninguna experiencia”. Esta informalidad sin ningún cambio en su proporción en el conjunto global de la industria, corroborados por notas periodísticas de Ecuador Inmediato (2014), El Telégrafo (2016) y El Comercio (2017). El IG (2011) ya planteaba como alternativa de solución, normar especificaciones en el sismo resistencia.

En noviembre del 2011 el Municipio del DMQ ejecuta controles de las construcciones a través “de la Agencia Metropolitana de Control (AMC), entidad que está a cargo de la administración de las Comisarías Metropolitanas y de la Unidad Técnica de Control de Construcciones” (Agencia Pública de Noticias de Quito, 2013) según el marco legal de la Ordenanza 255 que según La Hora el “control de construcciones mejoraría con nueva ordenanza” (2011) Las clausuras empezaron a darse como lo informaron en su momento El Comercio (2011) en cuanto a las construcciones domésticas, y El Universo (2012) en cuanto a las construcciones públicas. Es también que para lograr el objetivo la AMC recepta denuncias por la web para que la ciudadanía aporte en las acciones de control (Recepción de Denuncias a través de Web de la Agencia Metropolitana de Control, 2015)

“La construcción informal es la de mayor vulnerabilidad” (El Comercio, 2014) porque según la nota periodística, Quito, tiene tres factores de riesgo: el primero, relacionado a lo que entonces ya se preveía, un evento sísmico en Esmeraldas; el segundo, un probable evento sísmico en Baeza; y el tercero es un posible sismo localizado en la Mitad del Mundo.

Al finalizar la investigación se desea aportar con datos que permita tener claridad de los sectores de la industria que construyen informalmente y otorgar la herramienta que permita enfocar los esfuerzos del Estado para impulsar el cumplimiento de la NEC en estos sectores.

## **1.2. Pregunta de Investigación**

¿Las empresas y compañías pertenecientes al sector de la construcción cumplen con la NEC al desarrollar proyectos inmobiliarios?

## **1.3. Objetivo General**

Analizar investigativamente el cumplimiento de la NEC en la industria de la construcción del DMQ

## **1.4. Objetivos Específicos**

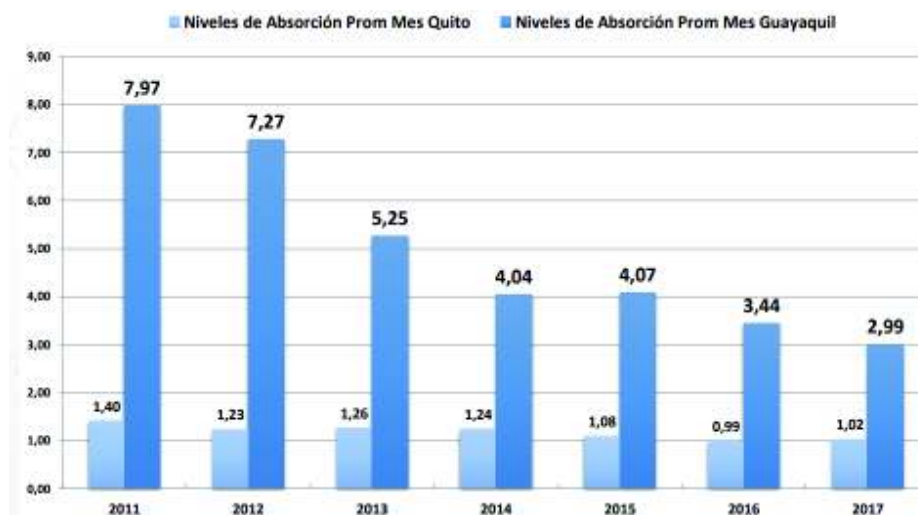
- Determinar los sectores de la industria de la construcción del DMQ.
- Determinar los sectores de la industria de la construcción del DMQ que no cumplen con la NEC.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1.1. Sector de la Construcción

Según cifras publicadas por el Banco Central del Ecuador, los sectores con mayor desarrollo en el país han sido: la industria manufacturera, la explotación de minas y canteras, el comercio al por mayor y menor, la agricultura y la construcción. Específicamente el sector de la construcción presentó un incremento considerable en su desempeño a partir de la dolarización, que respaldó la estabilidad de las inversiones realizadas a dicho sector (Ekos, 2011).

Es decir, el sector de la construcción en conjunto con el inmobiliario, ha sido uno de los sectores dinamizadores más importantes en la economía del Ecuador. Esto se debe principalmente a su estrecha relación con la inversión pública, la capacidad de salvaguardar el patrimonio a través de la adquisición de viviendas, las facilidades de acceso a financiamiento, entre otros. La aportación ha sido tan significativa, que en el año 2014 el sector de la construcción representó el 14,90% del PIB. (Revista Ekos, 2017)

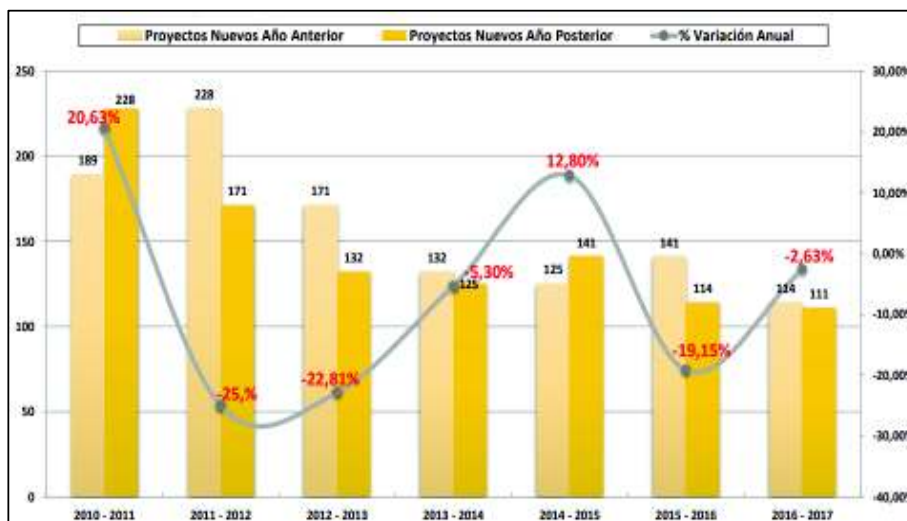


**Figura 1 - Niveles de Absorción**  
(Durán, 2017, pág. 10)

De acuerdo con la Revista Ekos (2011), en las ciudades de Quito y Guayaquil es donde se puede apreciar el considerable crecimiento del sector de la construcción en la última década, ya que es donde se concentra más de la mitad de las viviendas que se construyen en el país. Como se puede apreciar en la Figura 1.



Es por ello, que no es de extrañar que actualmente las ciudades con más oferta y demanda de vivienda y edificaciones sean las principales del país. Pero desde el 2011 se ha evidenciado que la tendencia de la población por adquirir vivienda ha ido disminuyendo en los años posteriores, principalmente por la situación económica del país.



**Figura 2** – Ingreso de Proyectos Inmobiliarios nuevos al Mercado (Durán, 2017, pág. 9)

Como se puede apreciar en la Figura 2, un comportamiento similar de disminución se observa con respecto al ingreso de proyectos inmobiliarios nuevos en el mercado de la construcción en la ciudad de Quito, desde el 2011. En los últimos 3 años el sector ha presentado un decrecimiento debido al entorno económico del país, lo que justifica la disminución de proyectos inmobiliarios nuevos.

La distribución de los proyectos en el Distrito Metropolitano de Quito, varía considerablemente por zona o sector, y se definen en gran medida por los niveles socioeconómicos de la población o del mercado objetivo. En la Tabla 1 se puede observar la distribución de los proyectos:

**Tabla 1** - Distribución de proyectos en el Distrito Metropolitano de Quito

Zona	Proyectos	Valor Prom del m2 (USD)	Valor Promedio (USD)
Sur	17	591	49.663
Centro Sur	9	712	64.080
Centro	4	1.146	155.191
Centro Norte	141	1317	122.347

Norte	88	886	95.999
Calderón	46	580	54.836
Valle de los Chillos	108	710	82.971
Cumbayá	95	985	164.417
Posmasqui	19	642	72.151

Modificado de Chang (2017)

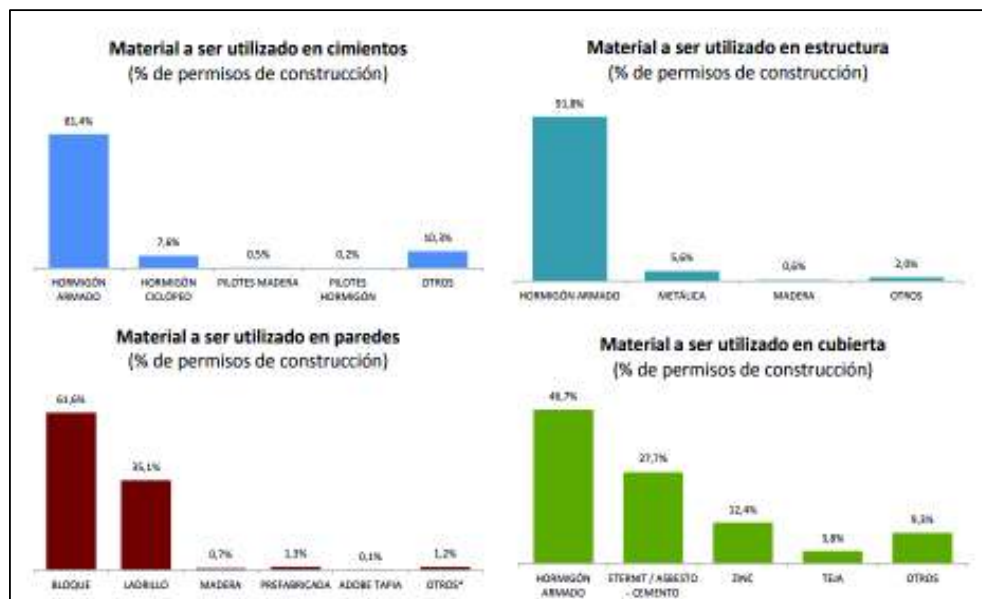
Como se puede observar la mayoría de los proyectos en el mercado de la construcción en el Distrito Metropolitano de Quito, se ubican en zona norte y en los valles de la ciudad. Dirigido especialmente a una población de clase medio-alta y alta.

Es decir, que la tendencia de la mayoría de las empresas o industrias de la construcción, es iniciar proyectos en las zonas norte de la ciudad, o en el Valle de los Chillos y de Cumbayá. Debido principalmente a valor promedio de las propiedades y las preferencias de los potenciales clientes por dichas zonas.

Además, estas zonas se caracterizan por el clima, según Chang:

El clima es otro atractivo para los clientes ya que tienen unos grados más calurosos que en la capital, podrían llegar a tener un clima más tropical. La serenidad del sector, seguridad y los servicios que aquí se pueden encontrar la convierten en un foco de atención para los clientes (2017, pág. 35)

Con respecto a los permisos de construcción, de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) en el 2016, solo en el Distrito Metropolitano de Quito se registraron alrededor de 1496 permisos. Donde la mayoría eran gestionadas para edificaciones residenciales de una familia.



**Figura 3 – Materiales predominantes en el sector construcción (INEC, 2016)**

Como se puede apreciar Figura 3, los materiales predominantes en las edificaciones del Distrito Metropolitano de Quito, tanto para los cimientos, estructuras, paredes y cubiertas.



**Figura 4 – Crecimiento del sector construcción (El Telégrafo, 2018)**

En los últimos años el sector de la construcción y las industrias que la integran, han registrado un decrecimiento sostenible, donde a mediados del 2015 experimentaron una caída del 4,3%, y la cual se profundizó durante 2016 con otra baja del 7,3%; en el 2017 se registró igual contracción pero con valores mejores que el periodo anterior; como se puede apreciar en la Figura 4.

Pero se estima que, para el presente año el sector presentará una recuperación considerable debida principalmente a la derogación de la Ley de Plusvalía y los créditos especiales implementados para adquisición de viviendas.

### **2.1.2. Norma Ecuatoriana de Construcción**

La Norma Ecuatoriana de la Construcción “NEC”, fue promovida y oficializada por la Subsecretaría de Hábitat y Asentamientos Humanos del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), con el objetivo principal de actualizar el Código Ecuatoriano de la Construcción (2001), y garantizar una mejor calidad en las construcciones y sobre todo, seguridad a la vidas de las personas que los habitan; debido a la alta actividad sísmica que presenta el país (Ministerio Desarrollo Urbano y Vivienda, 2018).

La NEC establece los parámetros, objetivos y procedimientos con base al riesgo y peligro sísmico a nivel nacional, como: el diseño sismo resistente; la evaluación y rehabilitación de estructuras; los requerimientos para diseño de estructuras en acero, hormigón armado, mampostería estructural, cimentaciones y geotecnia; incluye condiciones, reglamentos, normas nacionales e internacionales, pautas y criterios particulares para la construcción de edificaciones (Ecuador Inmediato, 2013).

La NEC entró en vigencia el 10 de enero del 2015, a través de la publicación del Registro Oficial N° 413; donde:

Los procesos constructivos que inician a partir de la expedición de la presente reforma, deberán obligatoriamente cumplir con las normas ecuatorianas de la construcción que el ente rector en materia de hábitat y asentamientos humanos expedirá para el efecto. El alcance específico de su aplicación deberá ser detallado en los capítulos de la misma norma (Ministerio Desarrollo Urbano y Vivienda, 2015).

La norma se encuentra estructurada o compuesta por diferentes capítulos que se clasifican en tres ejes principales: la seguridad estructural de las edificaciones; la habitabilidad y salud, basados en la funcionalidad de las edificaciones; y la distribución de servicios básicos.

La seguridad estructural de las edificaciones de la NEC, contempla los siguientes capítulos (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014):

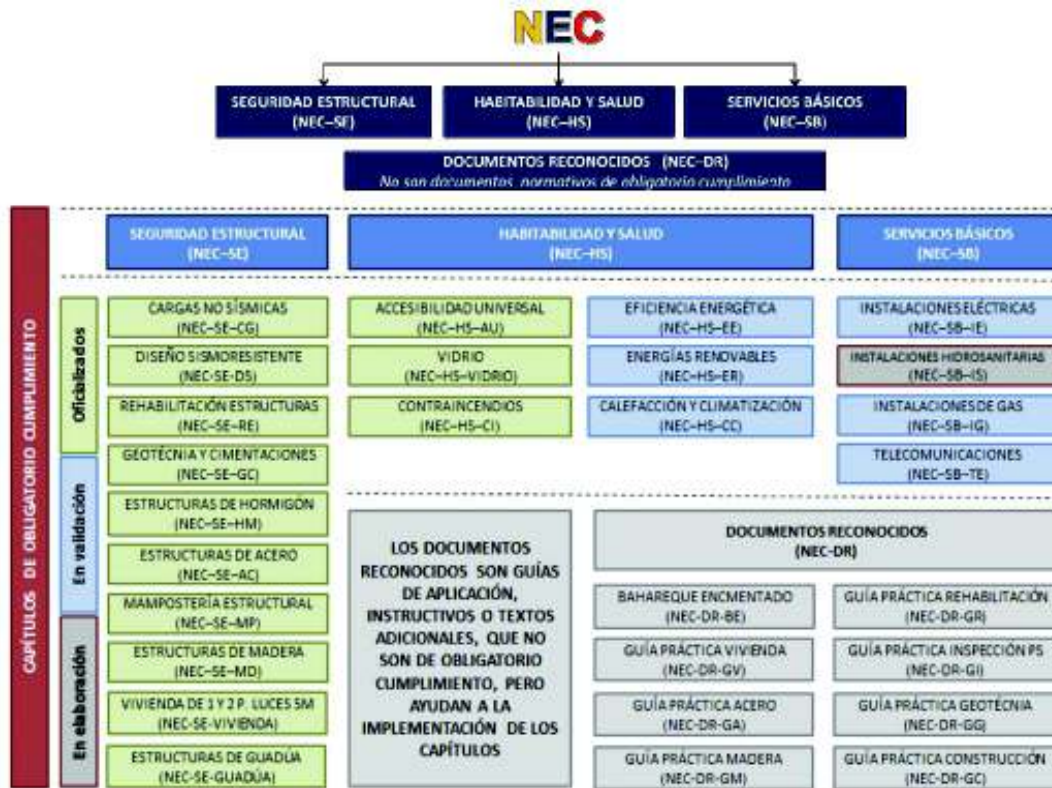
- NEC-SE-CG - Cargas (no sísmicas): Contempla los factores de cargas no sísmicas que deben considerarse para el cálculo estructural de las edificaciones: cargas permanentes, cargas variables, cargas accidentales y combinaciones de cargas.
- NEC-SE-DS - Peligro Sísmico, Diseño Sismo Resistente: Contiene los requerimientos técnicos y las metodologías que deben ser aplicadas para el diseño sismo resistente de las edificaciones, estableciéndose como un conjunto de especificaciones básicas y mínimas, adecuadas para el cálculo y el dimensionamientos de las estructuras que se encuentran sujetas a los efectos de sismos en algún momento de su vida útil.
- NEC-SE-RE - Riesgo Sísmico, Evaluación, Rehabilitación de Estructuras: Este documento se vincula principalmente con la norma NEC-SE-DS para la rehabilitación sísmica de edificaciones existentes estableciendo los lineamientos para la evaluación del riesgo sísmico en los edificios, incluyendo parámetros para la inspección y evaluación rápida de estructuras con la valoración probabilística de las pérdidas materiales, para una gestión efectiva del riesgo sísmico.
- NEC-SE-GC - Geotecnia y Cimentaciones: Contempla criterios básicos a utilizarse en los estudios geotécnicos para edificaciones, basándose en la investigación del subsuelo, la geomorfología del sitio y las características estructurales de la edificación, proveyendo de recomendaciones geotécnicas de diseño para cimentaciones futuras, rehabilitación o reforzamiento de estructuras existentes.
- NEC-SE-HM - Estructuras de Hormigón Armado: Contempla el análisis y el dimensionamiento de los elementos estructurales de hormigón armado para edificaciones, en cumplimiento con las especificaciones técnicas de normativa nacional e internacional.
- NEC-SE-AC - Estructuras de Acero: Contempla las disposiciones para las estructuras de acero, como serán diseñadas, fabricadas y montadas utilizando perfiles laminados en caliente o perfiles armados ensamblados por medio de planchas soldadas
- NEC-SE-MP - Estructuras de Mampostería: Contempla criterios y requisitos mínimos para el diseño y la construcción de estructuras de mampostería estructural, para lograr un comportamiento apropiado bajo condiciones de carga vertical

permanente o transitoria, bajo condiciones de fuerzas laterales y bajo estados ocasionales de fuerzas atípicas.

- NEC-SE-MD – Estructuras de Madera: Contempla las características y criterios de forma, tamaño, calidad y tipo, así como las condiciones mínimas de uso de la madera, para garantizar una mayor vida útil y un grado mínimo de seguridad, para los usuarios de las edificaciones.
- NEC-SE-VIVIENDA - Viviendas de hasta 2 Pisos con Luces de hasta 5 m: Contempla los requisitos mínimos para el análisis, diseño y construcción de viviendas sismo resistente de hasta 2 pisos y con luces máximas de 5 m.
- NEC-SE-GUADUA – Estructuras de Guadua: Contempla las características y criterios de forma, tamaño, calidad y tipo, para el diseño estructural de edificaciones con Guadua y otros bambúes de similares características físico.

Con respecto a la Habitabilidad y Salud, la NEC establece los siguientes capítulos:

- NEC-HS-AU – Accesibilidad Universal: Contempla los requisitos técnicos de diseño, mínimos y/o máximos, que corresponden a las características básicas de uso y ocupación de los elementos y espacios del medio físico, para permitir la accesibilidad universal de todas las personas en los entornos construidos.
- NEC-HS-VI - Estructuras de Vidrio: Contempla los diversos sistemas de acristalamiento existentes, en concordancia con el material y características de la estructura portante y la calidad, así como también las dimensiones de las planchas de vidrio según sus características, condiciones sísmicas, climatológicas y de altura respecto a las edificaciones.
- NEC-HS-CI - Contra Incendios: Contempla los requisitos mínimos, con la debida consideración a la función, para el diseño, operación y mantenimiento de edificaciones para la seguridad de la vida humana contra el fuego. No es objeto de esta norma, la protección de los bienes muebles e inmuebles



**Figura 5 - Estructura de la NEC**  
(Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2018)

Los diferentes capítulos de la Norma Ecuatoriana de la Construcción se estructuran, según lo presentado en la Figura 5:

Los capítulos mencionados corresponden al eje de seguridad estructural, las cuales establecen las condiciones y metodologías que se deben cumplir al diseñar una edificación, cumpliendo con las exigencias básicas de resistencia y estabilidad.

La estructura de la Norma Ecuatoriana de Construcción facilita a las constructoras la ejecución de las etapas de estudios, diseño y desarrollo de la edificación, ya que permitirá que el proyecto inmobiliario desde el punto de vista “Seguridad Estructural” presenten y cumpla con las respectivas regulaciones, según sus características.

### 2.1.2.1. Norma Ecuatoriana de la Construcción para Cargas NEC-SE-CG

La sección define el marco y metodología general que se deben aplicar al momento de calcular y diseñar cualquier tipo de estructuras, en relación a las cargas. Estas se clasifican

en cargas permanentes (cargas muertas mínimas en particular) y cargas variables (cargas vivas, viento y granizo) (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014).

Las cargas sísmicas no son complementadas en el presente capítulo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, ya que se consideran como cargas accidentales, y son tratadas en las normas NEC-SE-DS y NEC-SE-RE.

La normativa establecer las cargas permanentes como “los pesos de todos los elementos estructurales, tales como: muros, paredes, recubrimientos, instalaciones sanitarias, eléctricas, mecánicas, máquinas y todo artefacto integrado permanentemente a la estructura” (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014).

Con respecto a las cargas variables, son los pesos que presentará una edificación de acuerdo a la ocupación destinada de la misma; está conformada por los pesos de personas, muebles, equipos y accesorios móviles o temporales, mercadería en transición, y otras. De acuerdo a la ocupación o uso de la edificación, la normativa establece cuales son los valores mínimos permitidos; por ejemplo las viviendas unifamiliares o bifamiliares, deben presentar una carga uniforme de 2.00 kN/m<sup>2</sup> (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014)

### **2.1.2.2. Norma Ecuatoriana de la Construcción para Diseño Sismo Resistentes NEC-SE-DS**

En la presente se define cuáles son los requerimientos y metodologías que deben cumplir las empresas o industrias de la construcción al momento de diseñar y desarrollar edificaciones u otras estructuras sismo resistentes, de acuerdo a la NEC-SE-DS (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2015)

Dentro de los requerimientos de la NEC-SE-DS se contempla la zonificación sísmica donde se va a construir la estructura, donde lo define como “Factor Z” y ayuda a establecer el peligro sísmico de la ubicación. Se presenta en la Tabla 2 los valores según la zona sísmica:

**Tabla 2** - Valores del Factor Z

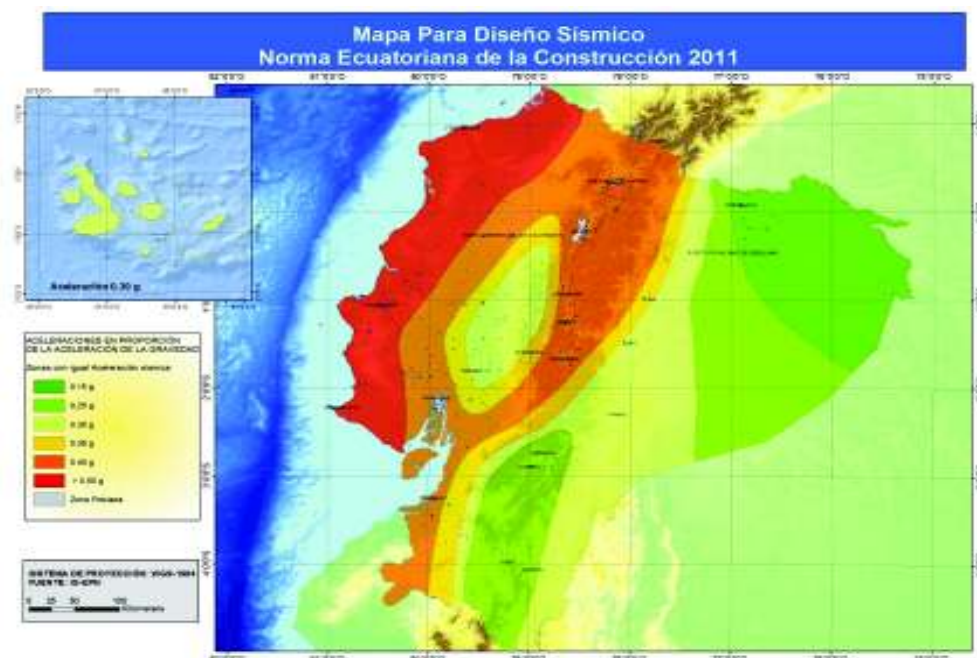
Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50



Peligro Sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta
-----------------	------------	------	------	------	------	----------

Modificado de Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (2015)

Estos valores se definieron de acuerdo al resultado de un estudio de peligro sísmico realizado con el 10% de excedencia en 50 años (período de retorno 475 años), donde se estableció una saturación a 0.50 g (aceleración o intensidad de la gravedad sísmica) como límite en el litoral ecuatoriano que caracteriza la zona (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2015).



**Figura 6** – Zonas Sísmicas del Ecuador  
(Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2015, pág. 27)

Como se puede apreciar en la Figura 6, la NEC cataloga la mayoría del territorio ecuatoriano como amenaza sísmica alta, con excepción de las poblaciones que se encuentran en el nororiente del país, que presenta una amenaza sísmica intermedia. De acuerdo con el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (2015), todas las parroquias pertenecientes al Distrito Metropolitano de Quito presentan un factor Z de 0.40, lo que significa que son zonas de un nivel alto de peligrosidad sísmica.

Con respecto a los suelos, la NEC establece seis tipos de acuerdo a sus características, como se puede apreciar en la Tabla 3:

**Tabla 3** - Clasificación de Suelos

TIPO	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
A	Perfil de roca competente	$V_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500$ m/s $> V_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante	$760$ m/s $> V_s \geq 360$ m/s
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$N \geq 50.0$ $S_u \geq 100$ KPa
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante	$360$ m/s $> V_s \geq 180$ m/s
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > N \geq 15.0$ $100$ kPa $> S_u \geq 50$ kPa
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante	$V_s < 180$ m/s
	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $S_u < 50$ kPa
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista.	

Modificado del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (2015)

La NEC clasifica el diseño de las estructuras de acuerdo al tipo de uso, destino e importancia, con el objetivo de determinar los requisitos y lineamiento que se deben cumplir en cada una de ellas. En la Tabla 4 se presenta dicha clasificación.

**Tabla 4** - Tipo de edificaciones

TIPO	DESCRIPCIÓN
Edificaciones esenciales	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas.
Estructuras de ocupación especial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores

Modificado de Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (2015)

Ya que de acuerdo al tipo de edificación se espera un desempeño estructural determinado, de acuerdo a los distintos niveles de sismos (menor, moderado y severo). Por ejemplo, las estructuras esenciales y de ocupación especial se requiere garanticen la protección de los ocupantes, en los distintos niveles de sismos; ya que se espera que a pesar del daño experimentado por la edificación durante un sismo, no se produzca el colapso de la misma.

La Norma Ecuatoriana de Construcción NEC-SE-DS, también establece el “Factor R” como elementos que permiten reducir las fuerzas sísmicas, lo cual es factible siempre y cuando, las estructuras y sus conexiones se diseñen para desarrollar un mecanismo de falla previsible y con adecuada ductilidad, donde el daño se concentre en secciones especialmente detalladas para funcionar como rótulas plásticas (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2015).

Es decir, el factor R permite reducir el valor en la ordenada elástica espectral, pero depende de los diferentes tipos de estructuras que se apliquen en la edificación. A continuación, se presenta el valor R de acuerdo al tipo estructural en la Tabla 5:

**Tabla 5 - Valor R Estructural**

<b>SISTEMAS DUALES</b>	
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas, con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadoras, sean de hormigón o acero laminado en caliente.	7
Pórticos de acero laminado en caliente con diagonales rigidizadoras (excéntricas o concéntricas) o con muros estructurales de hormigón armado.	7
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente con diagonales rigidizadoras (excéntricas o concéntricas).	7
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas banda, con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadoras.	6
<b>PÓRTICOS RESISTENTES A MOMENTOS</b>	
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas.	6
Pórticos especiales sismo resistentes, de acero laminado en caliente o con elementos armados de placas.	6
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente.	6
Otros sistemas estructurales para edificaciones	
Sistemas de muros estructurales dúctiles de hormigón armado.	5
Pórticos especiales sismo resistentes de hormigón armado con vigas banda.	5
<b>PÓRTICOS RESISTENTES A MOMENTO</b>	

Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la NEC-SE-HA, limitados a viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 4 metros.	3
Estructuras de acero conformado en frío, aluminio, madera, limitados a 2 pisos.	3
<b>MUROS ESTRUCTURALES PORTANTES</b>	
Mampostería no reforzada, limitada a un piso.	1
Mampostería reforzada, limitada a 2 pisos.	3
Mampostería confinada, limitada a 2 pisos.	3
Muros de hormigón armado, limitados a 4 pisos.	3

Modificado de Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (2015)

### **2.1.2.3. Norma Ecuatoriana de la Construcción para Riesgo Sísmico, Evaluación, Rehabilitación de Estructuras NEC-SE-RE**

Al presente, consiste en definir las metodologías que deben aplicarse para la rehabilitación sísmica de edificaciones esenciales y de uso especial. Con el objetivo de garantizar la seguridad de los ocupantes ante peligros sísmicos (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014).

Para poder realizar correctamente una rehabilitación a una edificación, primero se debe verificar el desempeño sísmico de la estructura, luego se realiza la evaluación para determinar las pérdidas potenciales que puede presentar la edificación por una actividad sísmica.

Una vez realizada dichas verificaciones y evaluaciones, se procede a definir las estrategias de rehabilitación, donde se establecen las medidas y procesos que solventaran las deficiencias identificadas. La normativa establece las siguientes medidas para lograr una eficiente rehabilitación sísmica en la edificación (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014):

- Modificación local de componentes.
- Remoción o reducción de irregularidades.
- Rigidizamiento global de la estructura.
- Reforzamiento global de la estructura.
- Reducción de masa.
- Aislamiento sísmico.
- Incorporación de disipadores de energía.

#### 2.1.2.4. Norma Ecuatoriana de la Construcción para Geotécnica y Cimentaciones NEC-SE-GC

La presente sección de la normativa de construcción, define las actividades y criterios, como el reconocimiento de campo, la investigación del subsuelo, los análisis y recomendaciones de ingeniería; los cuales son requisitos indispensables al momento de diseñar y construir una edificación que tiene contacto con el suelo. A través de estos estudios geotécnicos y del subsuelo, se puede establecer una adecuada estructura, que se comporte eficientemente ante eventos sísmicos (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014).

Con respecto a las cimentaciones, el estudio debe comprobar la capacidad de carga del subsuelo bajo un criterio de resistencia al corte y al asentamiento. Con el objetivo de transferir adecuadamente al subsuelo las cargas vivas y muertas que presenta la edificación, así como también las cargas sísmicas sostenidas por el edificio.

Es por ello, que la normativa establece el estudio geotécnico y la investigación del subsuelo, como factores indispensables al momento de diseñar estructuras. Estos estudios deben ser dirigidos y avalados por Ingenieros Civiles, titulados y registrados en el SENESCYT, así como también los planos de diseño y toda documentación que guarde relación con los estudios (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014).

El procedimiento de investigación se debe considerar los siguientes aspectos, de acuerdo a la Tabla 6:

**Tabla 6** - Aspectos de la investigación Geotécnica y de Suelo

PROCEDIMIENTO	DESCRIPCIÓN
Contenido del proyecto	Nombre, plano de localización y ubicación exacta del proyecto, objetivo y alcance del estudio, descripción general del proyecto, sistema estructural y evaluación de cargas. Se debe considerar la demanda o reacciones hiperestáticas de la superestructura en la selección y evaluación de la cimentación
Aspectos relativos al subsuelo	Consiste en el reconocimiento de campo, de la investigación adelantada en el sitio específico de la obra, la morfología del terreno, el origen geológico, las características físico-mecánicas y la descripción de los niveles freáticos o aguas subterráneas con una interpretación de su significado para el comportamiento del proyecto estudiado

Aspectos relativos a cada unidad geológica o de suelo	Se realiza la identificación, el espesor, la distribución y los parámetros obtenidos en las pruebas y ensayos de campo y en los de laboratorio. Además, se estudia el efecto o descartar la presencia de suelos con características especiales como suelos expansivos, dispersivos, colapsables, y los efectos de la presencia de vegetación o de cuerpos de agua cercanos.
Aspectos relativos a los análisis geotécnicos	Se realiza un resumen de los análisis y justificación de los criterios geotécnicos adoptados, así como también, de los problemas constructivos de las alternativas de cimentación y contención, la evaluación de la estabilidad de taludes temporales de corte, la necesidad y planteamiento de alternativas de excavaciones soportadas con sistemas temporales de contención en voladizo, apuntalados o anclados. Se debe tomar en consideración la estabilidad de las alternativas de excavación y las características de resistencia y deformabilidad de los suelos.

Modificado de Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (2014)

### 2.1.2.5. Norma Ecuatoriana de la Construcción para Estructuras de Hormigón NEC-SE-HM

La presente normativa establece cuales son los requisitos que deben cumplir las estructuras de hormigón de una edificación, así como también los elementos que deben comprender para garantizar una resistencia adecuada.

También establece que el diseño debe comprender un mecanismo dúctil, que permita una adecuada disipación de energía sin colapso, al momento que la edificación se vea afectada por un movimiento sísmico. De preferencia, las rótulas plásticas deben formarse en los extremos de vigas, en la base de las columnas del primer piso y en la base de los muros estructurales (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014).

A continuación se presenta en la Tabla 7 las estructuras de hormigón con mecanismo dúctil, que deben presentar las edificaciones:

**Tabla 7** - Estructuras de Hormigón

<b>Sistema Estructural</b>	<b>Elementos para sismos</b>	<b>Ubicación de rótulas plásticas</b>	<b>Objetivos</b>
<b>Pórtico especial</b>	Columnas y vigas descolgadas	Extremo de vigas y base de columnas 1er piso.	– Columna fuerte, nudo fuerte, viga fuerte a corte pero débil en flexión.

<b>Pórticos con vigas banda</b>	Columnas y vigas banda	Extremo de vigas y base de columnas 1er piso.	– Columna fuerte, nudo fuerte, viga fuerte a corte y punzonamiento pero débil en flexión.
<b>Muros estructurales</b>	Columnas y muros estructurales	En la base de los muros y columnas 1er piso (a nivel de la calle).	– Muro fuerte en corte, débil en flexión. – Columna no falla por corte.
<b>Muros estructurales acoplados</b>	Columnas, muros estructurales y vigas de acople	En la base de los muros y columnas 1er piso (a nivel de la calle). Extremos vigas de acople.	– Muro fuerte en corte, débil en flexión. – Columna no falla por corte. – Viga de acople fuerte en corte, débil en flexión.

Modificado de Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (2014)

Para garantizar una prolongada vida útil para las estructuras de hormigón, es necesario que la misma demuestre tener resistencia a las mecánicas de construcción, a los agentes agresivos y a la intemperie. Siendo estos datos referencias para determinar la efectividad y seguridad de la estructura (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014).

Otro aspecto importante, para determinar la resistencia de las estructuras de hormigón son los procesos aplicados para la fabricación de la mezcla, específicamente las variables y materiales utilizados. Por ejemplo, los áridos empleados para las estructuras de hormigón, deben ser finos o gruesos, además de ser limpios, duros, sanos y durables, con una distribución granulométrica que se mantenga razonablemente uniforme durante toda la producción. Además, las partículas del árido grueso deben ser de formas cúbicas, evitando las formas alargadas y laminares (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014).

Con respecto al agua, la normativa establece que para realizar la mezcla de hormigón es recomendable que sea apta para consumo humano o de calidad, en caso de aplicar agua de otras procedencias se puede afectar la calidad de la mezcla de hormigón y por consiguiente de la estructura.

Los aceros de refuerzo aplicados a las estructuras de hormigón, se deben realizar en una fábrica siderúrgica, bajo la responsabilidad del fiscalizador y del contratista de la obra. Además el acero de refuerzo debe ser corrugado, excepto en espirales o acero de pretensado, en los cuales se puede utilizar acero liso (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014).

### **2.1.2.6. Norma Ecuatoriana de la Construcción para Estructuras de Acero NEC-SE-AC**

La presente sección de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, establece las disposiciones o requerimientos que deben cumplir las estructuras de acero de las edificaciones, en relación a los materiales, fabricación y montaje de los elementos de acero. Con el objetivo de garantizar que la estructura de la edificación sea sismo resistente.

La normativa establece que las estructuras de acero deben presentar una de las siguientes características de la Asociación Americana de Ensayo de Materiales (ASTM), para ser considerada como resistente a movimientos sísmicos (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014):

- ASTM A36
- ASTM A572 Gr. 50
- ASTM A588 Gr. 50

Cuando se confirma que los aceros estructurales pueden ser usados en aplicaciones sísmicas, significa que sus propiedades son inelásticas y de soldabilidad.

También se establecen las metodologías que deben presentar las estructuras de acero, como: pórticos especiales a momento, pórticos especiales arriostrados concéntricamente y pórticos arriostrados excéntricamente. Las cuales proporcionan al diseño la capacidad de resistencia requerida para soportar las fuerzas sísmicas.

Es importante mencionar que para el proceso de soldadura (diseño, fabricación y montaje), la normativa define que una constructora debe contar con profesionales capacitados y responsables de la Inspección de Soldadura para el control de calidad de la estructura de acero, los mismos deben estar certificados por la AWS (inspectores CWI), o en su defecto Ingenieros Mecánicos, Industriales o Civiles quienes tendrán un título de tercer o cuarto nivel en tecnología de la soldadura o inspección de soldadura.

El proceso de soldadura debe ser desarrollado de acuerdo con las especificaciones de procedimiento de soldadura (EPS), además de ser certificado y aprobado por el inspector de soldadura.



### **2.1.2.7. Norma Ecuatoriana de la Construcción para Estructuras de Mampostería NEC-SE-MP**

En presente sección se definen cuales son criterios y requisitos mínimos que deben cumplir las estructuras de mampostería, ya sean estas simple, armada y confinada. Con la finalidad de garantizar un comportamiento apropiado de las construcciones en mampostería estructural bajo condiciones de cargas sísmicas.

Con respecto a los productos destinados a ser incorporados en estructuras de mampostería, deben demostrar ser resistentes a las mecánicas que se utilizaran en su instalación. La normativa establece la siguiente clasificación (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda , 2014):

- Piezas de arcilla.
- Piezas silicio – calcáreas.
- Piezas de hormigón.

Los materiales utilizados para la construcción de estructuras de mampostería estructural, son: el mortero de pega, la cal y el agua; los cuales deben cumplir ciertos requisitos de calidad.

Los morteros de pega, debe presentar buena plasticidad, consistencia y ser capaces de retener el agua mínima para la hidratación del cemento; y, además garantizar su adherencia con las unidades de mampostería que conformaran la estructura (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda , 2014).

La cal utilizada en la preparación del mortero de pega, será cal hidratada y no debe ser perjudicial a ninguna de las propiedades del mortero. El agua aplicada debe estar libre de elementos perjudiciales, como: aceites, ácidos, alcoholes, sales, materias orgánicas u otras sustancias que puedan amenazar la composición del mortero.

### **2.1.2.8. Norma Ecuatoriana de la Construcción para Estructuras de Madera NEC-SE-MD**

En la NEC-SE-MD se detallan los lineamientos que se deben cumplir para el diseño de estructuras de madera, como las características de forma, tamaño, calidad y tipo, como

también las condiciones mínimas que debe cumplir las estructuras, para garantizar una mayor vida útil y seguridad a los habitantes de la edificación (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda , 2014).

Además recomienda que las estructuras deban ser realizadas con madera de tipo aserrada, también se pueden aplicar de tipo rolliza o laminada, pero se debe disponer de información que respalde el estado del material y su compatibilidad con la estructura.

La mayoría de las estructuras de madera se encuentran expuestas a un ambiente humedad y temperatura relativa según la localidad o ubicación de la edificación. Es por ello que la normativa establece que la madera debe comprender un equilibrio entre valores de temperatura, humedad relativa y contenido de humedad de la misma, que vendría a ser el CHE (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda , 2014).

Para aplicar la madera en una estructura, debe cumplir con las siguientes características de durabilidad natural y uso:

- El CHE es escasamente superior a 12% (madera protegida, en espacios poco húmedos, etc.)
- El CHE es escasamente superior a 20% (madera bajo techo, en espacios ventilados, etc.)
- El CHE puede superar 20% para tiempos de duración largos.

Antes de realizar la construcción de la estructura, la madera deberá secarse a un contenido de humedad apropiado y tan parecido como sea práctico al contenido de humedad en equilibrio promedio de la región en la cual estará la misma (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda , 2014).

Es importante de mencionar que las estructuras de madera expuesta al aire libre jamás permanece estabilizada a un determinado grado o contenido de humedad, depende de las variaciones de la temperatura y la humedad relativa del ambiente lo que puede llegar afectar la resistencia y durabilidad de la misma (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda , 2014).

Con respecto a la durabilidad de las estructuras de madera, la normativa establece que dependerá del tipo de material aplicado, el equilibrio de húmeda, la exposición al clima y el

diseño. Ya que, de acuerdo a estos factores se puede identificar la probabilidad de que la estructura sea afectada por agentes destructores (hongos, insectos y machas).

Por ello, es importante mencionar que al seleccionar una madera se debe primero determinar la durabilidad natural de la misma, a través de distintos ensayos de laboratorio para identificar si es: altamente resistente, resistente, moderadamente resistente, muy poco resistente, o simplemente no resistente (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda , 2014).

La Norma de Construcción (2014), establece que las especies que presenten poca durabilidad natural deben aplicarles métodos preservantes para mejorar la estabilidad de la estructura de madera, pero considerando que el tipo de sustancia aplicada no debe representar una amenaza para las personas o para los alimentos que consumen.

Los preservantes son sustancias químicas que al aplicarlas adecuadamente en la madera, la hacen resistente al ataque de hongos, insectos y otros agentes de deterioro. La protección se consigue haciendo que la madera se torne venenosa y por lo tanto repelente a los diferentes agentes biológicos de deterioro (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda , 2014, pág. 43).

De acuerdo a su origen o naturaleza, los preservantes para madera se clasifican básicamente en los siguientes (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda , 2014):

- Creosotas (ordinaria, líquida, mezclas)
- Oleo solubles u orgánicos (pentaclorofenol, pentaclorofenato de sodio, naftenato de cobre o de zinc)
- Hidrosolubles o inorgánicos (sal simple, sal doble, multisal tipo CCA o CCB)

La normativa recomienda la aplicación de preservantes oleo solubles e hidrosolubles, ya que proporcionan varias ventajas y cualidades a las estructuras de madera.

#### **2.1.2.9. Norma Ecuatoriana de la Construcción para Estructuras de Guadúa NEC-SE-GUADÚA**

El presente capítulo define las metodologías reglamentarias al momento de construir una edificación con una estructura de guadúa, garantizando la sismo resistencia en la vivienda (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2016).

El guadúa es un material natural, pero para ser aplicado como un elemento estructural debe cumplir con los siguientes requisitos de calidad:

- La guadúa debe estar seca, lo que significa que su contenido de humedad debe ser igual o inferior a la humedad de equilibrio del lugar.
- Los culmos de guadúa no deben presentar una deformación del eje longitudinal mayor al 0,33%
- La guadúa es un material que tiende a agrietarse naturalmente debido a la diferencia en la densidad de sus paredes, no obstante, solo se permite las grietas longitudinales.
- Los culmos estructurales no pueden presentar arrugas perimetrales que evidencien una falla debida a compresión durante la vida de la guadúa
- Los culmos de guadúa no deben presentar perforaciones causadas por ataque de insectos xilófagos o aves antes de ser utilizadas.
- No son aptos para la construcción los culmos que presenten algún grado de pudrición causada por hongos.

#### **2.1.2.10. Norma Ecuatoriana de la Construcción para Viviendas de hasta 2 pisos**

El presente capítulo establece los requerimientos mínimos que deben cumplir las constructoras al momento de analizar, diseñar y desarrollar viviendas sismo resistentes de hasta 2 pisos, inclusive conjuntos de viviendas.

Estos requisitos son definidos en base a los capítulos especializados en la Norma Ecuatoriana de la Construcción; y que garantiza el comportamiento eficiente de una edificación durante una actividad sísmica. Ya que el desempeño de una edificación de uno y dos pisos depende, en gran parte, de que en su planeamiento estructural se sigan algunos criterios generales apropiados en dichos capítulos (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014).

Además, define cuales son los requisitos obligatorios que debe presentar una edificación considerada como vivienda para ser sismo resistente. Donde de acuerdo al sistema de estructura (hormigón o acero) contemplado para la edificación, debe cumplirse ciertos requisitos en el diseño y configuración; como que los pórticos y muros de la vivienda, deben estar anclados a la cimentación, y presentar continuación con los niveles superiores para considerarse resistentes ante movimientos sísmicos (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014).

### 2.1.2.11. Norma Ecuatoriana de la Construcción para Accesibilidad Universal

La presente capítulo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción pertenece a la sección de “Habitabilidad y Salud”, y busca establecer los requisitos mínimos y máximos al realizar el diseño de las características básicas de uso y ocupación de la edificación, para permitir la accesibilidad universal de todas las personas en los entornos construidos (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2016).

La presente normativa está enfocada en los procesos de planificación, diseño, remodelación, rehabilitación y construcción de todos los entornos y edificaciones que contemplan el acceso al público independientemente del dueño de la propiedad (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2016), considerando los siguientes elementos:

- Puntos de concentración y/o distribución de personas, en espacios de uso público, de uso comunal, entre otros; y/o,
- Flujos de usuarios externos a la edificación o al entorno construido, el cual provee un bien, producto o servicio al público.

Los elementos o espacios que forman parte de la accesibilidad universal se presenta en la Tabla 8:

**Tabla 8** – Elementos de Accesibilidad

<b>Accesibilidad</b>	<b>Descripción</b>
Áreas de circulación peatonal: Horizontal	Pasillos
	Aceras
	Cruces
	Pasos peatonales
	Otros
Áreas de circulación peatonal: Vertical	Escaleras
	Desniveles
	Rampas
	Vados

	Ascensores
	Plataformas elevadoras
	Pasamanos
Delimitadores espaciales	Puertas
	Superficies acristaladas transparentes.
	Dispositivos accesibles
	Mobiliario urbano
	Estacionamientos accesibles
	Auditorios
	Salas de concierto
Espacios y elementos especializados	Escenarios deportivos
	Salas de reunión
	Salas de conferencia
	Similares
	Cuartos de baños
	Elementos de seguridad

Modificado de Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (2016)

El diseño y la especialización técnica de los elementos mencionados deben cumplir con requisitos mínimos o máximos de accesibilidad para cumplir con la NEC-HS-AC.

#### **2.1.2.12. Norma Ecuatoriana de la Construcción para Vidrio**

La norma NEC-HS-VIDRIO, establece los requisitos, características y metodologías que deben cumplir las empresas constructoras en la aplicación del vidrio en la edificación, a fin de proporcionar el mayor grado de seguridad para el usuario, o terceras personas que indirectamente puedan ser afectadas por fallas del material (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014).

También la normativa contempla las particularidades mínimas que debe presentar los diversos sistemas de acristalamiento, según sus características, condiciones sísmicas, funcionabilidad, climatologías y calidad, para ser aplicada en el desarrollo de una edificación.

Una de las primeras características que debe cumplir es la estanquidad al agua y la permeabilidad del aire; la primera consiste en no permitir la entrada de agua a partes no previstas o no deseables, es decir, evitar la penetración de agua a zonas interiores de la edificación; la segunda consiste en la infiltración de aire a través de las juntas del elementos de la edificación, debido a las diferencias de presión entre el interior y el exterior del mismo (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014).

Las exigencias de la permeabilidad al aire, se basa a partir de los datos de exposición de la edificación al viento. Por tanto, la prestación de permeabilidad se establecerá a partir de la exigencia de resistencia a la carga de viento (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014).

Con respecto a la clasificación del vidrio, la NEC-HS-VIDRIO establece que en la fabricación de vidrios, estos deben cumplir ciertos requisitos para ser aptos de ser aplicados en una edificación, como se puede apreciar en la Tabla 9.

**Tabla 9 – Clasificación de Vidrios Fabricados**

<b>Clasificación</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
Vidrio estirado	Vidrio estirado vertical	Hay dos métodos de fabricación autorizados, cuales son: el procedimiento Fourcault, que utiliza para recoger la hoja un colector de refractario; y el procedimiento Pittsburgh que levanta la hoja de vidrio a partir de un baño libre (drawbar).
	Vidrio estirado horizontal	Este procedimiento presenta la particularidad de doblar la hoja de vidrio hasta la horizontal después del pulido a fuego y antes de entrar en el horno horizontal de recocido.
Vidrio pulido		El vidrio en fusión sale del horno y es prensado entre dos cilindros. Después de atravesar el horno de recocido, donde la lámina va enfriándose lentamente de manera controlada, la cinta pasa en el «twin» que es una máquina que desbasta simultáneamente las dos caras del vidrio
Vidrio rolado	Vidrio grabado	En el proceso del vidrio rolado, uno de los rodillos o ambos pueden tener dibujos o grabados, lo que permite obtener el vidrio grabado o impreso. El vidrio grabado o también llamado catedral, trasmite la luz en forma difusa e impide la visión clara, brindando según el dibujo, diferentes grados de translucidez e intimidad.
	Vidrio alambrado	Vidrio translúcido, al cual se ha incorporado durante su fabricación una malla de alambre de acero, que, en caso de rotura, actúa como soporte temporáneo del paño de vidrio, evitando la caída de fragmentos de vidrio roto. Una de las propiedades más significativas del vidrio alambrado, es que permite retardar la propagación del fuego en aberturas.
	Vidrio decorativo	Se produce este tipo de material por el mismo proceso pero en pequeñas cantidades. También se le denominan «vitrales» o vidrios para uso artístico.

Vidrio flotado	Consiste en hacer pasar una lámina de vidrio fundido, alimentada por rebalse del horno de cuba, sobre un baño de estaño metálico fundido. La lámina sale de la cámara de flotado y prosigue en forma horizontal dentro del horno de recocido hasta su salida al corte. El vidrio plano flotado tiene superficies planas, paralelas y «pulidas al fuego», aunque no son idénticas: una está en contacto con el metal fundido y la otra con la atmósfera, pero en la práctica son indistinguibles a simple vista.
Baldosa de vidrio	La fusión se efectúa en crisoles de tierra refractada. Estos vidrios son transportados por medio de un monorriel y vertidos entre dos rodillos laminadores. Después del laminado la hoja de vidrio en bruto es introducida en el túnel calorifugado donde es recocida, luego es cortada según los tamaños del pedido y pasa entre los elementos de desbaste y pulido.

Modificado de Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (2014)

Además, la normativa establece que, para garantizar la seguridad del sistema de vidrio en la edificación, el vidrio debe ser templado o laminado; ya que presentan características de resistencias.

**2.1.2.13. Norma Ecuatoriana de la Construcción Para Contra Incendios**

El objeto de la NEC-HS- CI es notificar a las empresas constructoras los requisitos mínimos que deben cumplir en el diseño, operación y mantenimiento de edificaciones para garantizar la seguridad de la vida humana contra el fuego (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda , 2015).

Esta norma es obligatoria, y debe aplicarse al diseño y construcción de edificaciones nuevas a nivel nacional, y en cuanto a las edificaciones existentes ya regularizadas, la aplicación de esta norma es competencia de cada una de las entidades reguladoras en materia de incendios a nivel local (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda , 2015).

Las principales consideraciones que deben contemplar las empresas constructoras, para garantizar que un ambiente que sea razonablemente seguro para los ocupantes de una edificación en caso de incendio, son los siguientes (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda , 2015):



- Protección de los ocupantes que no están directamente relacionados con la zona de iniciación del fuego.
- Mejoramiento de la capacidad de supervivencia de los ocupantes que están directamente relacionados con el desarrollo inicial del fuego.
- Se debe cumplir con los requisitos mínimos establecidos en la NFPA 101 Código de Seguridad Humana.
- En el caso de Extintores Portátiles se debe aplicar la norma NFPA 10 y la NTE INEN 731.
- Se consideran edificios de gran altura donde el piso de una planta ocupable se encuentre a más de 23 m por encima del nivel más bajo de acceso de vehículos del cuerpo de bomberos.
- Se debe equipar con sistemas contra incendios en edificaciones cuyos niveles de seguridad sean los establecidos en la NFPA 101.
- Para aquellos casos que se requieran proteger los bienes muebles e inmuebles o la operación de equipos, deben regirse bajo los requisitos mínimos establecidos en la NFPA 1.

### **2.1.3. Sismo Resistente**

El termino sismo resistente se aplica al diseño y construcción de una edificación con configuración estructural adecuada, y que presente componentes y materiales de proporción y resistencia adecuada; todo con la finalidad de soportar la acción de fuerzas causadas por sismos frecuentes (Arquigrafico, 2018).

En el Ecuador para que una edificación sea considerada como sismo resistente, debe cumplir con las condiciones o requerimientos planteados en la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-DS, como la estructura de los muros, el tipo de mampostería, separación entre estructuras, el sistema elástico, entre otros.

Pero, aunque se diseñe y construya una edificación cumpliendo con todos los requisitos y metodologías indicados en la Norma Ecuatoriana de Construcción para que sea sismo resistente, no quiere decir que la edificación no se verá afectada por un terremoto. El objetivo del sismo resistencia, es que a pesar de los daños que presente la estructura en el caso de un sismo severo, la edificación no debe colapsar y resistirá a pesar de los daños recibidos, garantizando así la seguridad e integridad de sus ocupantes.

Es decir, una edificación o estructura que es sismo resistente debe resistir los efectos y daños provocados por un sismo, y se enfoca estrictamente a que cuando suceda un terremoto el edificio no colapse, sin importar la intensidad o fuerza del mismo.

De acuerdo con la NEC, para que una estructura sea considerada como sismo resistente, no debe colapsar al someterse a la carga máxima de diseño para el que fue diseñado.

$E \leq R_d$	
Dónde:	
E	Efectos del sismo, incluyen los efectos de segundo orden
$R_d$	Resistencia de diseño del elemento considerado (determinada en las <a href="#">NEC-SE-HM</a> , <a href="#">NEC-SE-AC</a> , <a href="#">NEC-SE-MP</a> y <a href="#">NEC-SE-MD</a> )

**Figura 7** - Formulación de Resistencia  
(Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2015, pág. 45)

Además, para que sea considerada una estructura resistente, los factores de compresión, tracción, cortante, torsión y flexión, deben estar por debajo del factor de resistencia, como se puede apreciar en la Figura 7 (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2015).

Sin importar el tamaño de una edificación, ya sea un centro comercial o una simple vivienda rural; al momento de diseñar una estructura sismo resistente se deben considerar diferentes elementos, como por ejemplo, que el edificio y su estructura deben ser livianos, además, la construcción necesariamente debe ser simple, simétrica y regular (González, 2017).

Por ejemplo, cuando una edificación presenta una configuración geométrica simple, su comportamiento ante el sismo será óptimo desde este punto de vista, pues ha sido proyectada como un diseño sencillo que facilita la distribución equilibrada de los muros portantes y evita cualquier forma irregular de la planta (SONA, 2003).

Por otra parte, la falta de simetría en una edificación podría producir durante un sismo, excentricidad entre el centro de masa y el centro de rigidez, y por lo tanto provocará torsión en la planta. Por tal motivo, se puede decir que existe simetría estructural si el centro de masa y el centro de rigidez de una estructura coinciden en la planta. La mayoría de las edificaciones que presentaron daños severos o simplemente colapsaron por un terremoto, demostraron asimetría estructural (SONA, 2003).

También la sismo resistencia de una edificación, dependerá en gran medida del tipo de materiales y componentes que la conforman, así como también la correcta relación entre ellos. No basta con dotar a la edificación con materiales o componentes resistentes; es necesario que los mismos estén relacionados correctamente para que toda la construcción se comporte de manera homogénea ante la presencia de fuerzas provenientes del sismo (SONA, 2003).

Además, los materiales aplicados en una edificación con estructura sismo resistencia, debe tener la capacidad de absorber la energía generada en un sismo. Por ello, el concreto con acero armado es ideal, ya que es flexible y a la vez muy resistente. Pero el acero debe tener los calibres adecuados según los cálculos, la mezcla exacta en el concreto y las dimensiones precisas para las trabes y columnas (Dávila, 2017).

En síntesis, una de las principales causas de los daños estructurales que ocasionan el colapso en las edificaciones, durante un sismo de mediana o severa magnitud, se debe a la ineficiencia e inadecuado comportamiento en las estructuras de la edificación, o la ausencia de materiales o recursos de calidad.

#### **2.1.4. Viviendas Informales**

Las viviendas o construcciones informales se le consideran a todas aquellas edificaciones que no cumplen con las regulaciones gubernamentales o municipales, e ignoran las normativas o lineamientos de construcción básicas. Lo que representaría un riesgo para sus ocupantes, ya que este tipo de edificaciones son vulnerables antes fuertes fenómenos naturales y terremotos.

El sábado 16 de abril del 2016 un terremoto tuvo lugar en la costa centro norte del Ecuador. Este tuvo efectos devastadores, especialmente en el ámbito urbano, es decir en las ciudades cercanas al epicentro que presentaban mayor porcentaje de construcciones de "hierro y cemento". La tragedia ha vuelto a poner en atención la altísima informalidad en los procesos constructivos (ICQ, 2016).

Actualmente en el Ecuador existen normas dentro de la legislación en las que taxativamente se prohíben, o regulan la formación de este tipo de edificaciones en zonas de alto riesgo, como por ejemplo la Resolución No-SGR-042-2014, que busca minimizar

las condiciones de vulnerabilidad y los efectos negativos de los desastres naturales; y la Ordenanza No. 0147, que busca regularizar los este tipo de asentimientos, y garantizar que cumplan con las condiciones socioeconómicas, legales y físicas establecidas; todas estas disposiciones tienen el objetivo de mitigar los posibles efectos de los fenómenos naturales que pudiesen impactar a las ciudades. Sin embargo, y pese a los esfuerzos o las normativas implementadas, la mayoría de la población ecuatoriana se caracteriza por habitar construcciones informales y carentes de supervisión calificada (Fernández, Gómez, Rocío, Bonucci, & Pavón, 2018).

El vertiginoso crecimiento que viene registrando el Distrito Metropolitano de Quito, y los elevados precios en las propiedades, es una de las principales justificaciones del por qué la población prefiere construir sus propias edificaciones, sin contar o presentar las autorizaciones, permisos o licencias que exige el ordenamiento jurídico metropolitano, lo que a su vez conlleva a considerar que estas edificaciones sean vulnerables a amenazas naturales por el incumplimiento de la Norma Ecuatoriana de Construcción.



**Figura 8** – Viviendas Informales en Quito  
(El Comercio, 2017)

Como se puede observar en la Figura 8, existe una alta presencia de edificaciones informales y vulnerables en sectores urbanos. Solamente en el Distrito Metropolitano de Quito, el 60% de las viviendas son informales y no cumplen con las normativas de construcción (El Comercio, 2017). De acuerdo con Silverio Durán (2017) , arquitecto y Presidente de la Cámara de la Industria de la Construcción; la mayoría de las viviendas que colapsan en la capital se deben a edificaciones, que no cumplieron con el reglamento

de construcción. Las edificaciones que no cumple con los reglamentos o normativas de construcción se consideran como “Informales”.

Además, el 90% de construcciones en las zonas periféricas de Quito son informales. Se caracterizan por ser viviendas cuarteadas y que amenazan con venirse abajo ante cualquier sismo o fenómeno natural en la capital. De acuerdo con Leopoldo Ocampo (2016), vicepresidente de la Cámara de la Industria de la Construcción de Quito, a pesar que en el país existen normativas sobre permisos de construcción y regulación sismo resistente, la falta de personal técnico en el Municipio para controlar sería una de las causas de la prevalencia de edificaciones informales en la capital.

Además, el arquitecto Leopoldo Ocampo señalara que “Generalmente el ciudadano no construye en base de planos aprobados por el Cabildo ni con la guía técnica de un profesional, sino que suele dejar la obra en manos de un albañil” (2016, pág. 14).

Actualmente el Municipio de Quito trabaja en la creación de un proyecto normativo que se enfoca en reconocer las construcciones informales en la ciudad y prevé un reforzamiento en la estructura. Todo esto con la finalidad de dar mayor resistencia a este tipo de edificaciones ante sismos o zonas de alto riesgos (Jácome, 2017).

El objetivo de la Ordenanza Metropolitana para la Regularización de Edificaciones Informales, es:

Artículo 1.- Objeto.- La presente ordenanza tiene como objeto establecer los procedimientos conducentes al reconocimiento de las edificaciones públicas y privadas, ejecutadas sin los permisos o las licencias de construcción previstos en la norma vigente. ( Consejo Metropolitano de Quito, 2017)

Esta nueva ordenanza busca: entender el riesgo, fortalecer la gobernanza para manejar el riesgo de desastres, invertir en la reducción del riesgo de desastres para aumentar la resiliencia, y mejorar la preparación para una efectiva respuesta post-desastre, para reconstruir mejor. Una vez que las familias regularicen su patrimonio familiar podrán asegurar este patrimonio, garantizando así un financiamiento efectivo en casos post-desastres ( Consejo Metropolitano de Quito, 2017).

#### **2.1.4.1. Caracterización**

A continuación, se presentan las características más resaltantes de las construcciones o viviendas informales:

- Las edificaciones no pasaron por la revisión de un profesional y fueron construidas por maestros de obra con poca o ninguna experiencia.
- Procedimientos y materiales aplicados en la construcción de la edificación no cumple con las normativas o lineamientos de construcción
- Estructuras débiles y no funcionales, lo que aumenta el riesgo de desplomarse o colapsarse ante sismos.
- Generalmente son construidas en zonas de alto riesgo, y donde no hay posibilidad de contener un desastre natural, por ejemplo, un desborde del río o un huaico.
- Falta de estudio del suelo o terreno por parte de un especialista, para determinar si es acto para la construcción de una edificación
- Falta de mantenimiento o fortificación a la edificación por parte de los propietarios de las viviendas

### **3. METODOLOGÍA**

Para poder determinar el cumplimiento de la Norma Ecuatoriana de la Construcción por parte de las empresas y compañías dedicadas al desarrollo de edificaciones en la ciudad de Quito, se pretende aplicar la siguiente metodología.

#### **3.1. Enfoque de Investigación**

El enfoque de la investigación se define como la forma en la que el investigador se aproxima al objeto de estudio, y varía de acuerdo al tipo de resultados que se espera encontrar, puede presentar una perspectiva cualitativa, cuantitativa o mixta (Yanez, 2018).

El enfoque cualitativo, consiste en la recolección de datos de tipo descriptivo y de observaciones para descubrir de manera discursiva categorías conceptuales. El cuantitativo se orienta a analizar la información en base a datos numéricos, a través de la estadística, para responder posibles hipótesis sobre la investigación. La mixta simplemente combina los dos enfoques (Hincapié, 2014).

Para la presente investigación se presentará un enfoque causal, para identificar las causas y efectos del incumplimiento de la Normas Ecuatorianas de la Construcción. Seleccionando variables cualitativas, para analizar la situación del sector de la construcción en la ciudad de Quito, partiendo de las características de la construcción y su relación con las Normas Ecuatorianas de la Construcción; para luego establecer una valoración numérica a las respuestas de las compañías y empresas constructoras sobre la normativa, y establecer resultados estadísticos sobre el cumplimiento de la misma.

#### **3.2. Método de Investigación**

Los métodos de investigación son instrumentos que, a través de la recolección de datos, nos permiten formular y responder las preguntas de la investigación a través de análisis sistemático o teórico. De acuerdo a las características del estudio, se puede seleccionar un método inductivo, deductivo, analítico, sintético, científico y comparativo (Canaan, 2016).

Para la presente investigación se pretende aplicar una metodología descriptiva, con el objetivo de evaluar a partir de los valores cualitativos las características de las compañías

constructoras y determinar la posibilidad de incumplimiento de la Norma Ecuatoriana de Construcción, por parte de las mismas.

### **3.3. Herramienta de Recolección de Datos**

La recolección de datos se refiere al uso de una gran diversidad de técnicas, instrumentos y herramientas que facilitan al analista desarrollar el sistema de información necesario para responder las interrogantes de la investigación; pueden ser entrevistas, encuesta, observación, entre otros (Bet, 2013).

Para la presente investigación se utilizará la encuesta como herramienta de recolección de datos, ya que permite obtener información precisa de una gran cantidad de personas a través de preguntas diseñadas para obtener información precisa del tema investigado.

Para la elaboración de la encuesta se pretende tomar en consideración las distintas secciones de las Normas Ecuatoriana de Construcción; definiendo preguntas cerradas por cada sección, con varias opciones de respuesta para que el encuestado pueda identificar los aspectos o elementos que aplica la constructora al desarrollar una edificación. Así mismo, poder codificar y analizar el cumplimiento de la normativa.

### **3.4. Validación de Herramienta de Recolección de Datos**

En la presente sección se evaluará las herramientas de investigación seleccionadas para para la recolección de datos; a través de distintos paradigmas, para determinar su factibilidad para la recolección y análisis de datos.

De acuerdo a Soriano (2014), la evaluación busca comprobar la factibilidad y función de la herramienta de investigación y los ítems que la conforman, para garantizar que la información que se obtenga sea válida y permita una efectiva toma de decisiones. Es por ello, que los ítems deben ser respaldados por jueces o analistas expertos en el tema, que puedan validar el instrumento de investigación, de lo contrario se estaría induciendo a ofrecer soluciones incongruentes e inconsistentes.

Por tal motivo, para determinar la factibilidad de la encuesta de la presente investigación se aplicará el método de Alfa de Cronbach, de acuerdo a la ratificación y evaluación de expertos en materia de construcción sobre los distintos ítems que conforman la



herramienta; los cuales certifican que cada una de las preguntas desde el punto de vista de representatividad, comprensión, interpretación y claridad.

El Alfa de Cronbach permite estimar la fiabilidad de un instrumento de investigación, a través del grado de correlación entre los ítems que la conforma. De acuerdo al coeficiente se determina su viabilidad, y (González, 2015):

- Coeficiente alfa > 0.9 = Excelente
- Coeficiente alfa > 0.8 = Muy Bueno
- Coeficiente alfa > 0.7 = Bueno
- Coeficiente alfa > 0.6 = Cuestionable
- Coeficiente alfa > 0.5 = Pobre
- Coeficiente alfa < 0.5 = Inaceptable

Para validar el contenido de las encuestas, se planificará la visita a 14 especialistas o expertos en la materia de construcción e ingeniería civil, que vendrían representando el 10% de la muestra. Ellos realizarán las respectivas observaciones en cuanto representatividad, comprensión, interpretación y claridad, y a partir de dicha información de determinó el coeficiente de alfa, utilizando el programa informático SPSS Statistics versión 24.

### 3.4.1. Validación de Representatividad

Los expertos a los cuales se les realizó las preguntas de validación, señalaron sus opiniones sobre el instrumento considerando, desde el punto de vista de representatividad, donde seleccionaron los siguientes rangos como respuesta: 5 (Muy bueno) 4 (Bueno) 3 (Regular) 2 (Medio malo) 1 (Malo); obteniendo el siguiente resultado en la Tabla 10 de coeficiente según sus opiniones.

**Tabla 10** - Alfa de Cronbach de Representatividad

Alfa de Cronbach	N de elementos
0,719	53

De acuerdo a las opiniones de los expertos, se puede observar en la Tabla 11 que los ítems presentan un coeficiente bueno de Representatividad, demostrando la factibilidad de los mismos.

### 3.4.2. Validación de Comprensión

Con respecto a la comprensión de los ítems de la encuesta, se consultó a los expertos, si las preguntas que conforman la encuesta son comprensibles; determinando en la tabla 11 el siguiente coeficiente:

**Tabla 11** - Alfa de Cronbach de Comprensión

Alfa de Cronbach	N de elementos
0,713	53

Los distintos ítems presentan un coeficiente de 0,713, demostrando que las preguntas que conforman las encuestas son comprensibles según las opiniones de los expertos.

### 3.4.3. Validación de Interpretación

De acuerdo a las opiniones de los expertos sobre la interpretación de las preguntas que conforma la encuesta, se determinó el siguiente coeficiente:

**Tabla 12** - Alfa de Cronbach de Interpretación

Alfa de Cronbach	N de elementos
0,724	53

Se puede apreciar en la Tabla 12 que las preguntas de la encuesta presente un índice de Cronbach “bueno”, demostrando la fácil interpretación de las mismas.

### 3.4.4. Validación de Claridad

Se solicitó a los expertos sus opiniones con respecto a la claridad de las preguntas de la encuesta, obteniendo el siguiente resultado:

**Tabla 13** - Alfa de Cronbach de Claridad

Alfa de Cronbach	N de elementos
0,701	53

Con respecto a la claridad, se determinó en la Tabla 13 que a través del coeficiente de Cronbach que los ítems que conforman las encuestas, están formulados de formas claras y precisas respecto a la construcción.

Para sintetizar, la encuesta planteada es factible y viable para recolectar la información necesaria para la presente investigación, es coherente y representativa sobre el cumplimiento de la Norma Ecuatoriana de Construcción.

### 3.5. Determinación de la Población

La población se define como el conjunto total de individuos, objetos o medidas que poseen algunas características comunes observables en un lugar y en un momento determinado. Se determina de acuerdo al objetivo de la investigación (Wigodski, 2010).

De acuerdo al estudio de “Directorio de Empresas” realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2016) donde define el número de empresas por actividad económica y participación nacional, en el año 2016. En la Tabla 14 se muestra la cantidad de empresas que conforman los distintos sectores económicos del Ecuador.

**Tabla 14** – Cantidad de Empresas en Ecuador

<b>Actividad Económica</b>	<b>Nro. Empresas</b>	<b>% Total</b>
<b>TOTAL</b>	843.745	100,0%
Comercio Al Por Mayor Y Al Por Menor; Reparación De Vehículos Automotores Y Motocicletas.	308.956	36,6%
Agricultura, Ganadería, Silvicultura Y Pesca.	87.926	10,4%
Transporte Y Almacenamiento.	84.283	10,0%
Industrias Manufactureras.	72.735	8,6%
Actividades De Alojamiento Y De Servicio De Comidas.	62.162	7,4%
Actividades Profesionales, Científicas Y Técnicas.	52.879	6,3%
Otras Actividades De Servicios.	43.965	5,2%
Construcción.	28.678	3,4%
Enseñanza.	24.077	2,9%
Actividades Inmobiliarias.	20.018	2,4%
Actividades De Servicios Administrativos Y De Apoyo.	17.822	2,1%
Actividades De Atención De La Salud Humana Y De Asistencia Social.	17.651	2,1%
Información Y Comunicación.	7.571	0,9%
Artes, Entretenimiento Y Recreación.	6.011	0,7%
Explotación De Minas Y Canteras.	2.962	0,4%
Actividades Financieras Y De Seguros.	2.583	0,3%
Administración Pública Y Defensa; Planes De Seguridad Social De Afiliación Obligatoria.	2.279	0,3%

Distribución De Agua; Alcantarillado, Gestión De Desechos Y Actividades De Saneamiento.	863	0,1%
Suministro De Electricidad, Gas, Vapor Y Aire Acondicionado.	324	0,0%

Modificado de Instituto Nacional de Estadística y Censos (2016)

Por consiguiente, se puede identificar que en el Ecuador se registran 28.678 empresas dedicadas o pertenecientes al ramo de la construcción, y las cuales conformaran la población de la presente investigación.

### 3.6. Determinación de Muestra

La muestra se considera como un proceso cualitativo, donde se define un grupo de personas, eventos, sucesos, comunidades, entre otros; con el objetivo de recolectar los datos requeridos en una investigación, sin que necesariamente sea representativo del universo o población que se estudia (Angulo, 2012).

Para la presente investigación se aplicará un muestreo no probabilístico, que consiste en brindar brinda a todos los individuos de la población las mismas oportunidades de ser seleccionados.

La muestra se calculó a través de la siguiente formula:

$$n = \frac{Z^2 \times P \times Q \times N}{E^2(N - 1) + Z^2 \times P \times Q}$$

Por tal motivo, para una población de 28.678 compañías del sector de la construcción, se establecerá un nivel de confianza del 93%, que representaría un valor (Z) del 1.8, con un margen de error definido (E) del 0,07, con una probabilidad de éxito (P) y fracaso (Q) del 50%. Por lo cual se obtendría un tamaño de muestra de 166 de compañías pertenecientes al ramo de la construcción, como se puede apreciar en la Tabla 15.

**Tabla 15** - Variables de la Muestra

VARIABLE	DATOS
Error (E)	0,07
Población	28.678
Valor p	50
Valor q	50
Valor de Z	1,81
<b>Muestra</b>	<b>166</b>

$$n = \frac{(1,81)^2 * 0,50 * 0,50 * 28678}{(0,07)^2 * (28678 - 1) + (1,81)^2 * 0,50 * 0,50}$$

$$n = \frac{23487,99895}{0,819025 + 140,5173}$$

$$n = 166$$

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Resultados

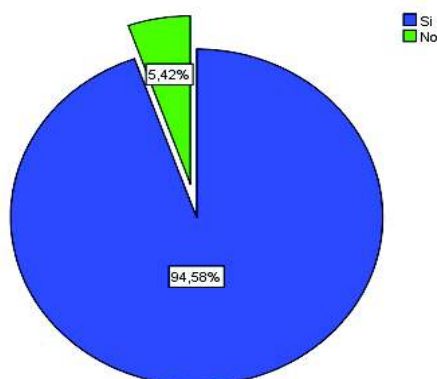
En la presente sección se detalla los resultados o datos obtenidos por la aplicación de la encuestas a las compañías constructoras.

#### 4.1.1. Cargas No Sísmicas

La presente serie de preguntas, se enfocaron en determinar el cumplimiento de las empresas o industrias de la construcción, en relación al estudio de las cargas no sísmicas.

Como se mencionó anteriormente el presente capítulo busca establecer los parámetros de cargas permanentes y variables, y su respectiva sumatoria. Ya que el análisis de dichos factores permite estimar la estabilidad de la edificación, a nuevas aplicaciones de carga. Por ejemplo, una edificación diseñada para alojar alrededor de 1000 personas, y la carga de esta población no debe afectar la estabilidad de la misma.

Pregunta 1. ¿La constructora realiza estudios de cargas antes del diseño estructural de la edificación?



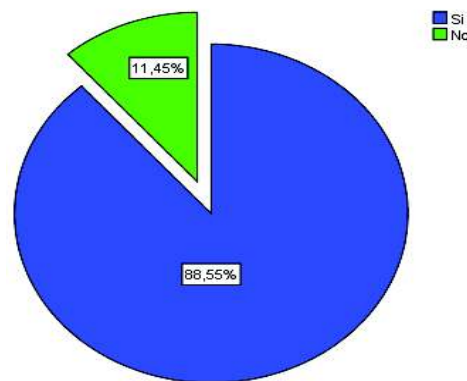
**Figura 9** – Gráfico de Estudios de Cargas no Sísmicas  
Fuente: SPSS

Lo primero que se logró determinar según las opiniones de las empresas constructoras consultadas, es que la mayoría de estas realizan estudios de las cargas permanentes y variables antes de diseñar la estructura de una edificación, como se puede apreciar en la Figura 9 con una representación del 94,58% de la muestra total (**Anexo 2**).

El 5,42% de los encuestados que señalaron que debido a las características de sus edificaciones no requieren de realizar dicho estudio. Lo resaltante es que la NEC-SE-CG (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014), establece que al momento de calcular y diseñar una estructuras de cualquier tipo, se debe considerar las cargas permanentes (cargas muertas mínimas en particular), y cargas variables (cargas vivas, viento y granizo). Demostrando a primera instancia que dichos encuestados, están incumplimiento con las cargas tratadas en las NEC.

Con el objetivo de profundizar el estudio de las cargas no sísmicas, por parte de las constructoras se les consultó sobre el estudio de las cargas obligatorias por la NEC, de forma individual, en este caso se preguntó si en el diseño estructural se toma en consideración las cargas permanentes.

Pregunta 2. ¿En el diseño estructural se consideran las cargas permanentes que presentará la edificación?

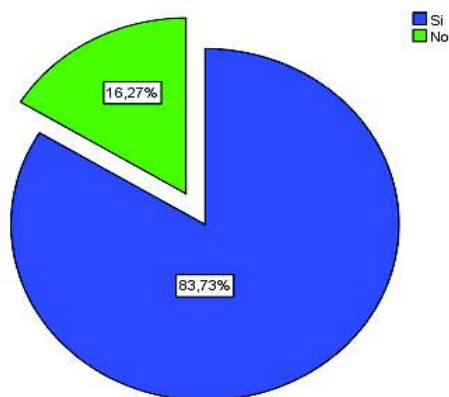


**Figura 10** – Gráfico de Estudios de Cargas Permanentes  
Fuente: SPSS

Se identificó que el porcentaje de compañías constructoras que no realizan este tipo de estudios aumentó en comparación al resultado anterior de las cargas no sísmicas, evidenciando en la Figura 10 una participación del 11,45% del total de los encuestados. Demostrando así, que el porcentaje de incumplimiento de la NEC-SE-CG por parte de las empresas constructoras, puede aumentar progresivamente, al consultar datos o características específicas del estudio de las cargas no sísmicas (**Anexo 2**).

Basado en el escenario planteado sobre la carga permanente, se planteó la misma interrogante, pero enfocada en las cargas variables.

Pregunta 3. ¿En el diseño estructural se consideran las cargas variables que presentará la edificación?



**Figura 11** – Gráfico de Estudios de Cargas Variables  
Fuente: SPSS

En la Figura 11, que se logró determinar que el porcentaje de omisión de estudios por parte de las compañías constructoras consultadas aumento en comparación los resultados obtenidos sobre los estudios de cargas no sísmicas y permanente respectivamente, con una participación del 16,27% de la muestra total (**Anexo 2**).

En base a los datos recabados en la presente sección, se definió la frecuencia absoluta acerca de la cantidad de compañías constructoras que cumplieron o incumplieron en los lineamientos establecidos en la NEC-SE-CG.

**Tabla 16** – Frecuencias de la Normativa de Cargas No Sísmicas

	Frecuencia absoluta		Frecuencia relativa		Media
	Cumplimiento	Incumplimiento	Cumplimiento	Incumplimiento	
Estudios de cargas	157	9	94,6%	5,4%	Cumple
Estudios de cargas permanentes	147	19	88,6%	11,4%	Cumple
Estudios de cargas variables	139	27	83,7%	16,3%	Cumple

Elaboración propia

En síntesis, según los resultados expuestos o presentados en la Tabla 16, la mayoría de las compañías o empresas constructoras consultadas, cumplen cada una de las secciones obligatorias de la NEC-SE-CG, evidenciándose en el cálculo de la media, un cumplimiento mayoritario de la muestra. Con respecto al incumplimiento, se puede estimar que alrededor de 16,27% de las compañías de la construcción en el Distrito Metropolitano de Quito,



incumplen con los lineamientos y el alcance de la normativa. A pesar, que al principio de identificó una proporción menor de incumplimiento en el estudio de cargas y cargar permanentes.

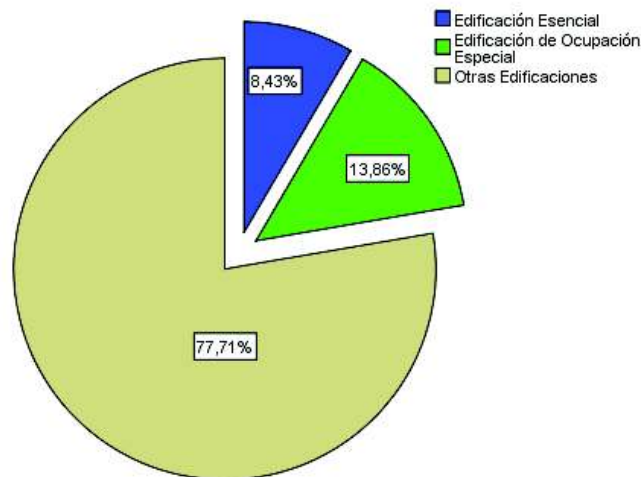
#### 4.1.2. Diseño Sismo Resistente

A través de las siguientes interrogantes, se identificó los aspectos o factores fundamentales en el cumplimiento de las empresas constructoras en el Distrito Metropolitano de Quito al desarrollas edificaciones sismo resistentes.

La importancia de la presente sección radica en la necesidad de garantizar que toda edificación desarrollada en el Ecuador y específicamente en el Distrito Metropolitano de Quito, presente un diseño sismo resistente en las estructuras, debido a la alta actividad sísmica que presenta el país.

Antes de poder determinar el incumplimiento de la NEC-SE-DS por parte de las compañías dedicadas a la construcción, se identificó cual es el tipo de edificación más habitual en el mercado de la construcción.

Pregunta 4. ¿Qué tipo de edificación clasificaría la construcción?



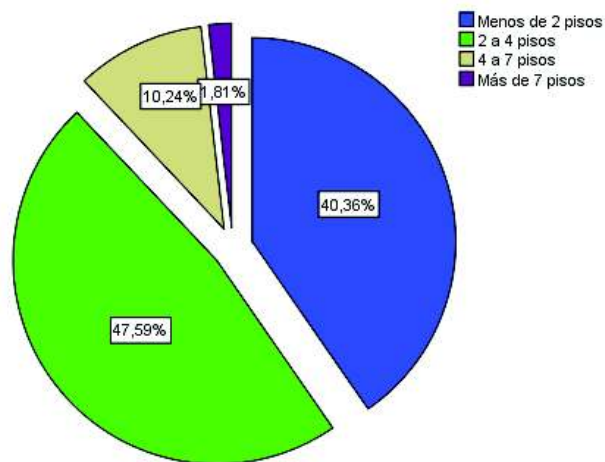
**Figura 12** – Gráfico de Tipo de Edificación  
Fuente: SPSS

Lo primero que se logró identificar en la Figura 12, es que las edificaciones calificadas por la NEC como esenciales y de ocupación especial, presentan una participación del 8,4% y 13,9% respectivamente.

Las calificadas como otras edificaciones, que en este caso vendrían siendo las edificaciones residenciales, se identificó que presentan la mayor participación en la muestra total, con el 77,71%; demostrando así, que las edificaciones residenciales son las más habituales y desarrolladas en el Distrito Metropolitano de Quito (**Anexo 2**).

Una vez identificado el tipo de edificación más habitual en el mercado de la construcción, se descubrió la altura más habitual en las edificaciones en el Distrito Metropolitano de Quito.

Pregunta 5. ¿Cómo clasificaría la altura de la edificación?

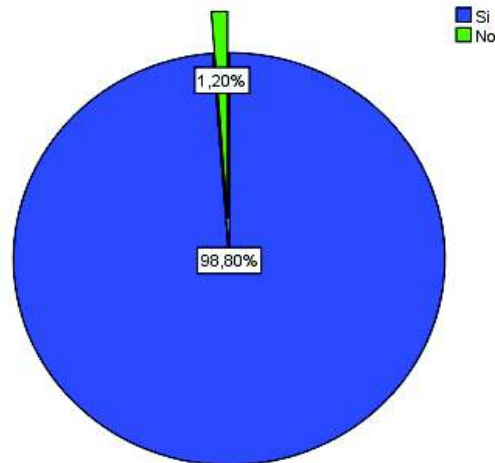


**Figura 13** – Gráfico de Altura de Edificación  
Fuente: SPSS

Como se puede observar en la Figura 13, la mayoría de las edificaciones desarrolladas por las constructoras presentan una altura de menor de cuatro pisos (**Anexo 2**).

Una vez conocido los aspectos básicos de las edificaciones desarrolladas por las constructoras encuestadas, se procedió a indagar sobre el cumplimiento de la NEC-SE-DS por parte de las mismas. Lo primero que se consultó es la aplicación de diseños estructurales sismo resistente en la construcción de sus edificaciones.

Pregunta 6. ¿El diseño estructural de la edificación puede soportar las fuerzas estáticas y dinámicas generadas por un sismo?



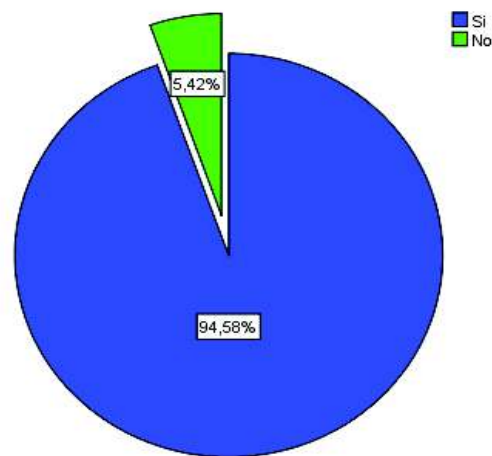
**Figura 14** – Gráfico de Diseño Estructural Sismo Resistente  
Fuente: SPSS

Se identificó que la mayoría de los consultados, según sus criterios cumplen con los requisitos de sismo resistencia al momento de diseñar la estructura de una edificación, con una participación del 98,80% en la Figura 14; resultado que no es sorpresivo, es comprensible que a primera instancia las empresa constructoras no van a evidenciar o comunicar su incumplimiento con el objetivo primordial de la Norma Ecuatoriana para la Construcción, por tal motivo las siguientes interrogantes abarcan temas más detallados, para identificar algún incumplimiento.

Lo importante de resaltar en el presente resultado, es que un 1,20% de las compañías constructoras encuestadas, señalaron que el diseño estructural de sus edificaciones no son sismos resistentes. Lo peculiar de estas constructoras es que la mayoría son pequeñas o familiares, y son contratadas por personas naturales para que desarrollen una edificación residencial pequeña en un terreno adquirido por el cliente, y no han presentado alguna sanción por el incumplimiento de la normativa.

Para la NEC-SE-DS la simetría juega un rol fundamental en la estabilidad de la estructura de una edificación; cuando un eje estructural no es simétrico, puede afectar el comportamiento de la edificación durante una actividad sísmica. Por tal motivo, se buscó identificar si las edificaciones desarrolladas por las empresas constructoras consultadas, son simétricas según sus criterios.

Pregunta 7. ¿Considera que la construcción es simétrica en cada una de sus plantas?



**Figura 15** – Gráfico de Edificación Simétrica

Fuente: SPSS

Se logró observar en la Figura 15, que la mayoría de las constructoras (94,58%), consideran que los muros estructurales son lo más simétricamente posible, garantizando la estabilidad de la edificación durante un movimiento sísmico.

El 5,42% de los encuestados, consideran que los muros estructurales de sus edificaciones no son simétricos, y no consideran este factor como fundamental para el desarrollo de una construcción (**Anexo 2**). Bajo esta premisa, la NEC establece que la falta de simetría en el diseño de una estructura, no debe considerarse como un incumplimiento a la normativa, simplemente se debe considerar como una irregularidad en el diseño de la edificación, y deben realizarse revisiones estructurales adicionales que garanticen el buen comportamiento local y global de la edificación. Por tal motivo, es justificable y comprensible, las opiniones de las constructoras que señalaron no presentar una edificación simétrica.

En resumen, no se puede establecer un porcentaje de incumplimiento de los parámetros para diseñar una estructura sismo resistente en base a los resultados obtenidos en la presente sección, ya que son de carácter general y requieren de información complementaria de los otros capítulos de seguridad estructural de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, para poder realizar la estimación real del incumplimiento por parte de las empresas constructoras.

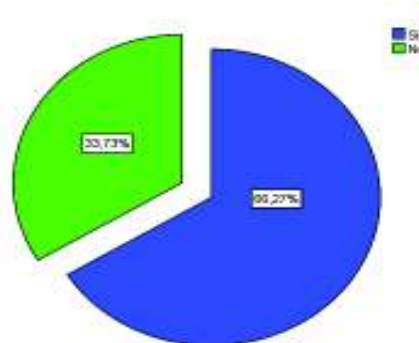
### 4.1.3. Evaluación y Rehabilitación de Estructuras

En la presente sección, se buscó identificar la aplicación de modalidades de rehabilitación sísmica en las edificaciones desarrolladas por las constructoras consultadas.

Como se mencionó anteriormente en la presente investigación, la mayor parte del territorio ecuatoriano es considerado como zona de alto peligro sísmico, y el Distrito Metropolitano de Quito presenta índices altos de peligrosidad sísmica. Por tal motivo, algunas edificaciones a lo largo de su vida útil, han presentado deterioro en el desempeño sísmico de sus estructuras, y para garantizar la estabilidad y permanencia de las mismas durante una actividad sísmica, la NEC-SE-RE establece metodologías de verificación, rehabilitación y evaluación de riesgo sísmico en las edificaciones. Es importante resaltar que la obligatoriedad del cumplimiento de la presente normativa, solo aplica a las edificaciones llamadas esenciales o de ocupación especial, es decir: hospitales, centros educativos, edificios de bomberos y otras instituciones de socorro, entre otras de las mismas características. Pero se considera que su aplicación es relevante en las edificaciones residenciales, ya que este tipo de edificaciones como se constató anteriormente, generalmente no cumplen con los códigos de la construcción y no han sido diseñadas apropiadamente, o simplemente a lo largo de un tiempo la resistencia sísmica de la estructura puede verse vulnerable o susceptible, debido a la gran cantidad de actividades sísmicas recibidas durante su vida útil.

Por consiguiente, se buscó identificar el conjunto de constructoras que presentan planes de mantenimiento y rehabilitación para las edificaciones desarrolladas.

Pregunta 8. ¿Las edificaciones construidas por la compañía, cuentan con planes de mantenimiento y rehabilitación?



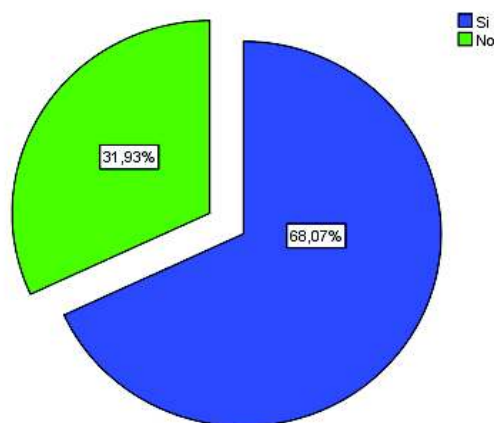
**Figura 16** – Gráfico de Planes de Mantenimiento y Rehabilitación  
Fuente: SPSS

Se identificó en la Figura 16 que el 66,27% de las constructoras consultadas presentan planes de mantenimiento y rehabilitación para sus edificaciones. Lo peculiar o resaltante de los resultados obtenidos, se presentan al compararla con los resultados presentados sobre el “Tipo de Edificación”, donde las constructoras que desarrollan edificaciones esenciales o de ocupación especial solo representan el 22,3% del total de la muestra; demostrando así que un 43,97% de las compañías constructoras dedicadas a desarrollar edificaciones residenciales, definen planes de mantenimiento y rehabilitación para dichas construcciones, a pesar que la NEC-SE-RE no lo exige (**Anexo 2**).

Con respecto a las empresas constructoras que no definen planes de mantenimiento y rehabilitación para las edificaciones, presentan una participación del 33,73% del total de la muestra. Dicho porcentaje lo conforman compañías dedicadas a desarrollar residencias o viviendas, lo que es justificable, al conocer que la NEC-SE-RE solo exige el cumplimiento de la normativa, a las constructoras que desarrollan edificaciones esenciales o de ocupación especial.

Bajo la premisa del plan de mantenimiento y rehabilitación, se buscó identificar las compañías constructoras que definen planes de verificación, rehabilitación y evaluación del desempeño sísmico a las edificaciones ya finalizadas.

Pregunta 9. ¿La compañía realiza rehabilitaciones por riesgos sísmicos a sus edificaciones?



**Figura 17** – Gráfico de Mantenimiento y Rehabilitación por Riesgo Sísmico  
Fuente: SPSS

Se logró determinar en la Figura 17, que el porcentaje de empresas constructoras que realizan planes de verificación, rehabilitación y evaluación del desempeño sísmico manifestó un incremento del 2% en comparación al resultado anterior; evidenciado que 3 compañías, que señalaron anteriormente no realizar planes de mantenimiento y rehabilitación para sus edificaciones, declaran definir planes de verificación, rehabilitación y evaluación del desempeño sísmico, también se identificó que el 22,3% de los encuestados que se especializan en edificaciones esenciales y de ocupación especial, la totalidad señalaron cumplir con el requerimiento.

Con la finalidad de establecer una viabilidad en las diferencia de las respuestas identificadas, se les consulto a la 3 compañías sus motivos; señalando que la constructora no define planes de mantenimiento y rehabilitación, porque se enfocan en su mayoría a la habitualidad y apariencia de la edificación, lo cual debe basarse a criterio del ocupante; pero con respecto a planes de verificación, rehabilitación y evaluación del desempeño sísmico de sus construcción, puntualizaron que la definen, con el objetivo de garantizar que la edificación a lo largo del tiempo pueda presentar un comportamiento o desempeño eficiente durante una actividad sísmica, asegurando el bienestar de sus ocupantes (**Anexo 2**).

Con la finalidad de enfatizar el tema del mantenimiento y rehabilitación de edificaciones por concepto de sismo resistencia, se buscó identificar el espacio de tiempo que las compañías constructoras consultadas definen, para realizar dicha actividad.

Pregunta 10. ¿Con que periodicidad realizan verificaciones y evaluaciones a las estructuras de la edificación?



**Figura 18** – Gráfico de Periodicidad Mantenimiento y Rehabilitación  
Fuente: SPSS

Como se puede apreciar en la Figura 18, de las 113 compañías consultadas que señalaron si definir planes de verificación, rehabilitación y evaluación del desempeño sísmico; la mayoría ejecutan los planes en sus edificaciones cada 10 o 15 años (**Anexo 2**).

Como se detalló anteriormente, el incumplimiento de la NEC-SE-RE solo aplicaría a las empresas constructoras que desarrollan edificaciones esenciales y de ocupación especial, donde se determinó que las constructoras consultadas que desarrollan ese tipo de edificaciones, cumplan con los requerimientos de la presente normativa. Mientras que el 31,9% de las constructoras consultadas que indicaron no definir planes de verificación, rehabilitación y evaluación del desempeño sísmico para sus edificaciones no están incumpliendo la NEC-SE-RE, ya que se especializan en construir viviendas o residencial, las cuales son edificaciones no contempladas en la normativa.

#### **4.1.4. Geotécnica y Cimentaciones**

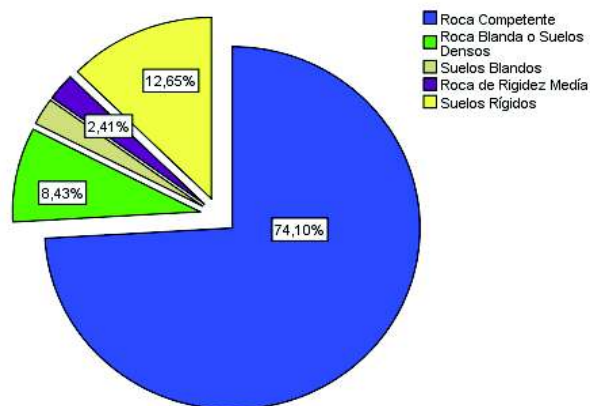
En la presente sección de preguntas, se buscó conocer las características de los suelos donde realizan el desarrollo de sus edificaciones, así como también las evaluaciones geotécnicas y de las cimentaciones.

El objetivo de la NEC-SE-GC, es exigir a las empresas constructoras que realicen investigaciones de campo y del subsuelo, antes de proceder con el diseño y construcción de una edificación, ya que al considerar dichos elementos se puede garantizar que las estructuras presenten un comportamiento adecuado durante un movimiento sísmico.

Por tal motivo, lo primero que se consultó a las empresas constructoras, es según sus criterios como clasificarían el suelo donde desarrolla las edificaciones, según la superficie natural del terreno.

Pregunta 11. ¿Qué tipo de perfil tiene el suelo donde se realizó la construcción?





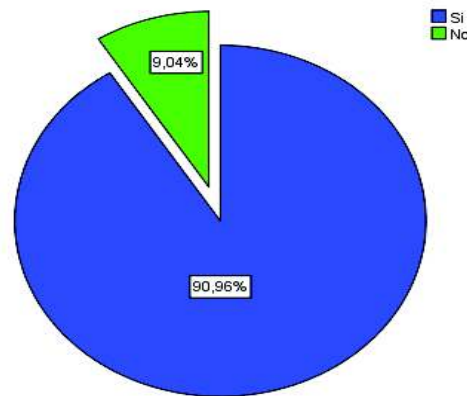
**Figura 19** – Gráfico de Perfil de Suelo  
Fuente: SPSS

Según la Figura 19, la mayoría de las empresas constructoras encuestadas consideran que la superficie donde desarrollan sus edificaciones es de Tipo A, es decir que presentan rocas competentes para desarrollar obras inmobiliarias (**Anexo 2**).

El 12,65% de las empresas consultadas que señalaron presentar suelos Tipo F, este tipo de suelo requiere de la intervención de un ingeniero geotecnista, para determinar o conocer su comportamiento dinámico, y definir si es apto para el desarrollo de una edificación. A las 21 empresas que señalaron presentar este tipo de suelos, se les consultó si presentan un ingeniero geotecnista o un especialista, encargado de realizar este tipo de investigaciones geotécnicas específicas de suelo; evidenciado que el 71% de dichas constructoras, si presentan el ingeniero y realizan las investigaciones respectivas, solo 6 constructoras aceptaron no presentar el especialista y realizar los estudios geotécnicas al terreno, demostrando un incumplimiento en los lineamientos de la NEC-SE-GC.

Con la finalidad de poder profundizar sobre los procedimientos aplicados por las empresas constructoras para estudiar o investigar el campo donde se desarrollará la edificación; se les consultó a nivel general si realizan estudios del terreno donde se desarrollará un proyecto inmobiliario en específico.

Pregunta 12. ¿La constructora realiza un estudio o evaluación del terreno previo a la construcción?



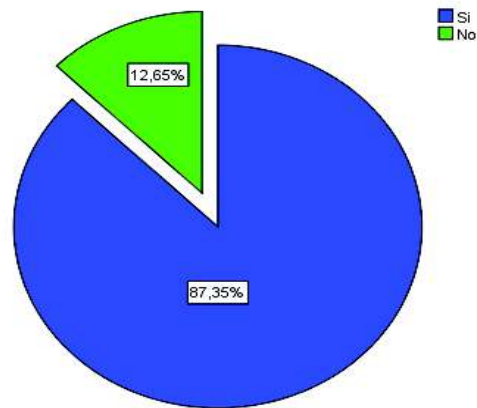
**Figura 20** – Gráfico de Evaluación del Terreno  
Fuente: SPSS

Se identificó en la Figura 20 que la mayoría de las constructoras, con una participación del 90,96%, realizan los respectivos análisis y estudios del terreno, con el objetivo de identificar las condiciones y las limitantes del mismo, y que puedan afectar el desarrollo de la edificación propuesta. Demostrando así, un cumplimiento en los parámetros establecidos por la NEC-SE-GC (**Anexo 2**).

Pero es importante resaltar, las 9,04% de las constructoras que señalaron no realizar los respectivos análisis al terreno o campo donde se desarrollará una edificación; ya que evidencia un incumplimiento por su parte de las mismas en los lineamientos obligatorios de la NEC-SE-GC.

Con la finalidad de profundizar el incumplimiento de la NEC-SE-GC, por parte de las constructoras, se consultó sobre la realización de investigaciones al subsuelo donde se desarrollará una edificación, ya que la normativa establece que no basta con evaluar la superficie de un terreno, se requiere evaluar de igual forma los elementos que se encuentran por debajo de la superficie terrestre.

Pregunta 13. ¿La constructora realiza una investigación de geotécnica y del subsuelo antes de diseñar la estructura de la edificación?



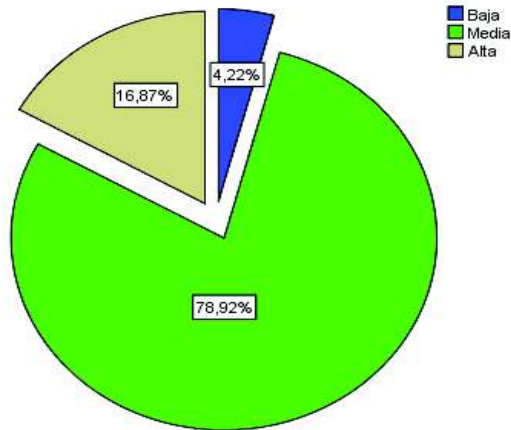
**Figura 21** – Gráfico de Estudio de geotécnica y del subsuelo  
Fuente: SPSS

Se determinó que el porcentaje de cumplimiento de la NEC-SE-GC por parte de las compañías constructoras consultados disminuyó, al compararlo con el resultado anterior sobre los estudios de la superficie del terreno, significando un aumento del incumplimiento al 12,65%. La normativa define que, para garantizar un adecuado comportamiento de las estructuras durante una actividad sísmica, en el diseño y construcción de la edificación se debe considerar la investigación del subsuelo y la geomorfología del sitio, ya que a través de dicha información se determina la capacidad de carga del terreno, bajo el criterio de resistencia al corte y al asentimiento (**Anexo 2**).

Es decir, las constructoras que no comprenden este tipo de investigaciones al momento de diseñar y desarrollar sus respectivas edificaciones, comprometen la estabilidad de la estructura durante una actividad sísmica (Media y Alta), y arriesgando la integridad de sus ocupantes.

Para finalizar la presente sección, se consultó a las constructoras según sus criterios, como consideraban la actividad sísmica en la localidad donde desarrollan edificaciones, esto con la finalidad de comprender los motivos o razones por las cuales no realizan las investigaciones geotécnicas respectivas.

Pregunta 14. ¿Cómo clasificaría la actividad sísmica en la zona de la edificación?



**Figura 22** – Gráfico de Actividad Sísmica  
Fuente: SPSS

En la Figura 22, se puede observar que el 78,9% de las constructoras encuestadas consideran que la localidad donde desarrollan las edificaciones presenta un peligro sísmico “Medio”, mientras que solo el 16,87% consideran que los niveles son Alto; considerando que de acuerdo a la Norma Ecuatoriana de Construcción el Distrito Metropolitano de Quito presenta altos niveles de actividad o peligrosidad sísmica (**Anexo 2**).

Se procedió a calcular la frecuencia absoluta y relativa del cumplimiento o incumplimiento de los lineamientos y parámetros establecidos en la Norma Ecuatoriana de Construcción.

**Tabla 17** - Frecuencias de la Normativa de Geotécnica y Cimentaciones

	Frecuencia absoluta		Frecuencia relativa		Media
	Cumplimiento	Incumplimiento	Cumplimiento	Incumplimiento	
Estudios de suelo	151	15	91,0%	9,0%	Cumple
Estudios de subsuelo	145	21	87,3%	12,7%	Cumple
	<b>145</b>	<b>21</b>	<b>87%</b>	<b>13%</b>	

Elaboración propia

Según los datos calculados en la Tabla 17 relacionados con el capítulo de geotécnica y cimentaciones; se determinó que la mayoría de las constructoras consultadas cumplen por las directrices de la NEC-SE-GC, específicamente el 87%. No obstante, se estimó que un 13% de las empresas constructoras en el Distrito Metropolitano de Quito incumplen con dichos lineamientos o disposiciones.

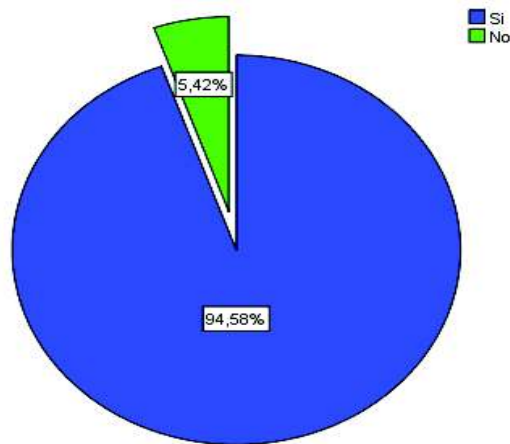
#### 4.1.5. Estructura de Hormigón

Las presentes preguntas se diseñaron con el propósito de identificar cuáles constructoras emplean estructuras de hormigón en sus edificaciones, y cuáles son las características de la misma.

A través de la NEC-SE-HM se definen las disposiciones obligatorias que deben cumplir las constructoras al momento de diseñar y desarrollar estructuras de hormigón, garantizando una resistencia adecuada ante factores de cargas (Sísmicas y No-Sísmicas).

Lo primero que se buscó identificar, es el porcentaje de empresas constructoras que aplican estructuras de hormigón en sus edificaciones, para determinar su cumplimiento a la NEC-SE-HM.

Pregunta 15. ¿La construcción presenta estructuras de hormigón?



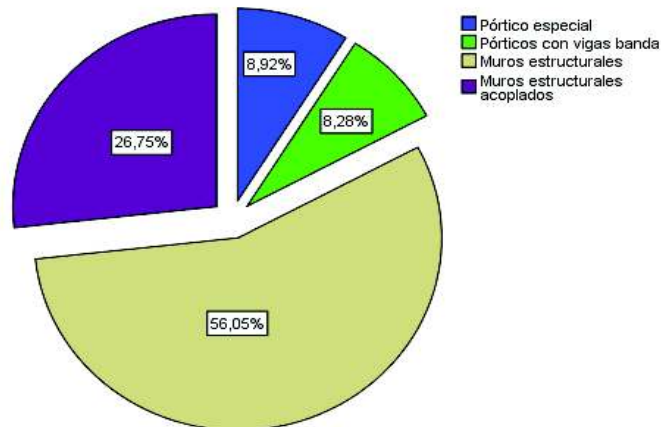
**Figura 23** – Gráfico de Estructura de Hormigón  
Fuente: SPSS

Se logró identificar en la Figura 23 que el 94,58% de las constructoras consultadas aplican hormigón estructural para el desarrollo de sus edificaciones, evidenciando así que la mayoría de las obras en el Distrito Metropolitano de Quito, presentan estructuras de hormigón (**Anexo 2**).

Una vez que se identificaron las empresas constructoras que aplican estructuras de hormigón, se buscó conocer el tipo de estructuras que aplican y que sean resistentes a las cargas sísmicas.

En la NEC-SE-HM (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014) establece que el hormigón estructural para que sea considerado resistente a cargas sísmicas, debe estar compuesto de pórticos especiales o muros estructurales de hormigón, ya que permiten una adecuada disipación de la energía sísmica, sin colapsar la edificación.

Pregunta 16. ¿Cómo clasificaría la estructura de hormigón armado de la construcción?



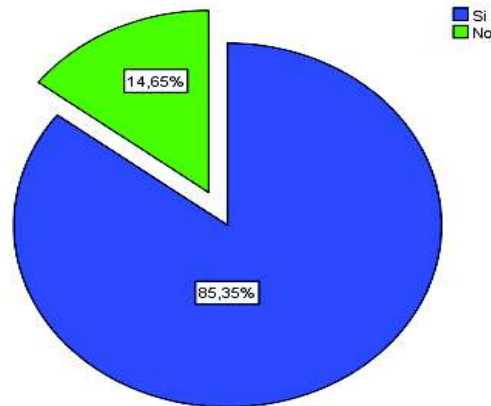
**Figura 24** – Gráfico de Clasificación de estructura de hormigón  
Fuente: SPSS

Se identificó que la mayoría de las constructoras, aplican muros estructurales de hormigón (56,05%) y acoplados (26,75%) según la Figura 24, evidenciando que sus edificaciones tienen la capacidad para disipar las energías sísmicas (**Anexo 2**).

Pero se observó que el 8,28% de los encuestados, señalaron utilizar pórticos con vigas bandas en el hormigón estructural, este tipo de estructuras son aceptadas en la NEC-SE-HM cuando presentan características dúctiles, es decir que sean capaces de cambiar o adaptarse a distintas formas de presión, y permita una adecuada disipación de la energía. Al consultar a las constructoras sobre si los pórticos con vigas bandas aplicados presentan mecanismos dúctiles, solo 4 confirmaron dichas características. Es decir, que un 5,73% de los encuestados que aplican hormigón estructural, no efectúan y acatan las disposiciones y lineamientos establecidos en la NEC-SE-HM.

Los materiales juegan un rol fundamental al determinar la resistencia y durabilidad del hormigón estructural de una edificación; por ello, se buscó conocer según el criterio de las constructoras consultadas la resistencia de los materiales aplicados en la elaboración del hormigón estructural.

Pregunta 17. ¿Los materiales aplicados a la estructura de hormigón son resistentes a las mecánicas de construcción?



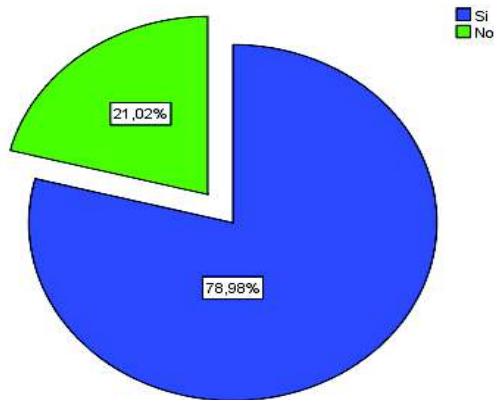
**Figura 25** – Gráfico de Resistencia de los materiales  
Fuente: SPSS

La mayoría de las compañías constructoras según la Figura 25, afirmaron que los materiales aplicados en la elaboración del hormigón estructural son resistentes y de calidad, con la finalidad que cumplan con las exigencias al desarrollar la obra. Concordando con las recomendaciones de durabilidad del hormigón, definidos en la NEC-SE-HM (**Anexo 2**).

Sin embargo, se identificó que un 14,65% de las constructoras que aplican hormigón estructural, señalaron que los materiales aplicados no son resistentes y la calidad es cuestionable; demostrando un incumplimiento a la normativa. Pero para estimar o definir un incumplimiento aproximado de la NEC-SE-HM por parte de las empresas constructoras en relación a los materiales, se requiere evaluar factores más específicos.

Para corroborar la resistencia de los materiales aplicados en el desarrollo de las estructuras de hormigón, se buscó conocer las capacidades de los mismos ante agentes agresivos, según criterio de las constructoras consultadas.

Pregunta 18. ¿Los materiales aplicados a la estructura de hormigón son resistentes a agentes agresivos?

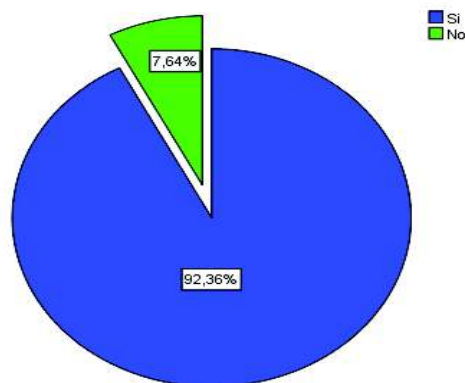


**Figura 26** – Gráfico de Resistencia de los materiales agentes agresivos  
Fuente: SPSS

Al consultar la resistencia de los materiales ante agentes agresivos, se logró identificar en la Figura 26 que el porcentaje de compañías constructoras consultadas que emplean materiales de dudosa resistencia y calidad, aumentó al 21,02% (**Anexo 2**).

Para poder complementar y finalizar la determinación de la resistencia de los materiales aplicados en el desarrollo del hormigón estructural por parte de las constructoras consultadas, se buscó conocer la resistencia de los materiales frente al ambiente y las variaciones climáticas.

Pregunta 19. ¿Los materiales aplicados a la estructura de hormigón son resistentes a la intemperie?



**Figura 27** – Gráfico de Resistencia de los materiales a la intemperie  
Fuente: SPSS

Con respecto a la exposición del hormigón a distintas condiciones ambientales, los materiales deben cumplir ciertos requisitos según la clase de exposición para garantizar la



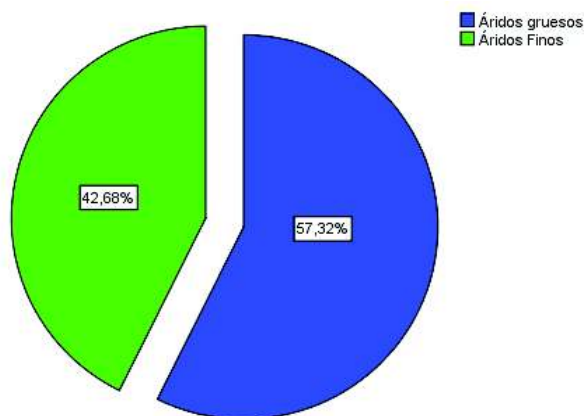
durabilidad de la estructura. Al consultar sobre este tema a las constructoras, la mayoría afirmaron presentar materiales competentes a resistir la intemperie, según la Figura 27 (**Anexo 2**).

Solo el 7.64% de las compañías, aceptaron aplicar materiales en la estructura de hormigón, que se pueden ver afectados o alterados por ambientes climáticos severos.

En síntesis, con respecto a la resistencia de los materiales aplicados en el desarrollo del hormigón estructural, se estima que un 21,02% de las constructoras no cumplen en su totalidad las disposiciones de la NEC-SE-HM, en relación a las características que deben presentar los materiales para garantizar la durabilidad de la estructura de hormigón.

Una vez identificado la resistencia de los materiales aplicados en la estructura de hormigón, se buscó determina los áridos empleados para la fabricación de hormigón estructural.

Pregunta 20. ¿Cómo clasificaría los materiales áridos utilizados en la preparación del hormigón?

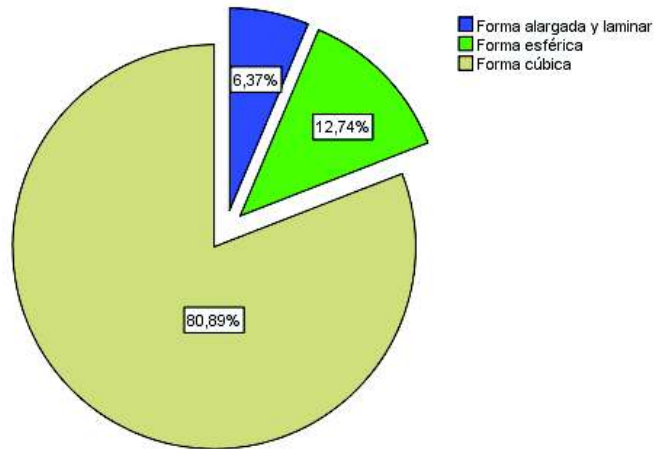


**Figura 28** – Gráfico de Materiales aplicados a la estructura de hormigón  
Fuente: SPSS

Se logró determinar en la Figura 28, que las constructoras utilizan áridos grueso o livianos para la elaboración de las estructuras de hormigón, la mayor representación de la muestra de constructoras que aplican hormigón estructural, señalaron utilizar áridos gruesos con el 57,32% de participación, mientras el resto indicaron aplicar áridos finos. Estos dos tipos de áridos (gruesos y finos) son los recomendados por la NEC-SE-HM para la fabricación del hormigón, además deben ser limpios, duros, sanos y durables (**Anexo 2**).

Una vez identificado los tipos de áridos aplicados por parte de las constructoras, se buscó conocer las características de forma de los áridos aplicados en la fabricación del hormigón, e identificar si cumplen con los parámetros de la normativa.

Pregunta 21. ¿Cómo clasificaría las formas de los áridos aplicados?

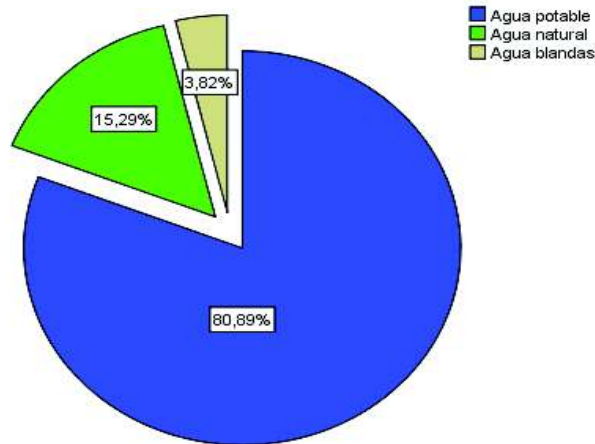


**Figura 29** – Gráfico de Formas de los áridos aplicados  
Fuente: SPSS

La NEC-SE-HM establece que los componentes áridos deben presentar forma cubica o esférica, para ser aceptados en la fabricación del hormigón. Por tal motivo, se identificó en la Figura 29, que la mayoría de la mayoría de las constructoras encuestadas, emplean áridos cúbicos (80,89%) y esféricos (12,74%). Mientras que un 6,37% señalaron aplicar áridos de forma alargada o laminar en la fabricación del hormigón, una forma que es rechazada y evitada en las disposiciones de la normativa, por afectar las propiedades físicas y mecánicas del hormigón estructural (**Anexo 2**).

Como se mencionó en el marco teórico, el agua es un elemento determinante en la fabricación del hormigón, ya que a través de este se combina químicamente los componentes áridos con el cemento, definiendo la resistencia y las propiedades mecánicas del hormigón estructural. Por tal motivo, se buscó identificar la clase de agua aplicada en la preparación del hormigón.

Pregunta 22. ¿Cómo clasificaría el agua utilizada en la preparación del hormigón?



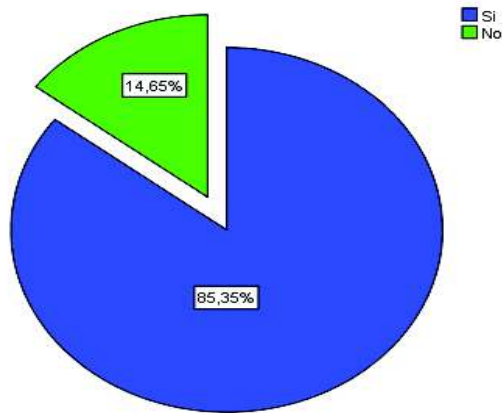
**Figura 30** – Gráfico de Agua utilizada en la preparación del hormigón  
Fuente: SPSS

La mayoría de las empresas consultadas que emplean estructuras de hormigón en el desarrollo de sus edificaciones, utilizan agua potable (80,89%) para la preparación del hormigón según la Figura 30, mientras que el 15,29% emplean cualquier agua natural. La NEC-SE-HM, establece que el agua empleado en la mezcla del hormigón debe ser agua potable o natural que pueda ser consumida por personas, ya que la misma debe estar libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materiales orgánicos u otras sustancias que puedan ser nocivas al hormigón (**Anexo 2**).

Se identificó que un 3,82% de las constructoras que aplican hormigón estructural, utilizan aguas blandas en la fabricación de la mezcla. Este tipo de agua se caracteriza por encontrarse en ríos, lagos, glaciares, y subterráneos, y por lo tanto pueden presentar sustancias que puedan ser nocivas para la estructura de hormigón, incumpliendo con las disposiciones de la normativa.

Otro factor determinante en las estructuras de hormigón son los refuerzos, los cuales generalmente son de acero, ya que maximizan la resistencia de los elementos estructurales ante fuerzas cortantes, y se caracteriza en barras y alambres. Por tal motivo, se buscó identificar cuales constructoras aplican este tipo de refuerzo en sus estructuras de hormigón.

Pregunta 23. ¿La estructura de hormigón presenta refuerzos de acero?

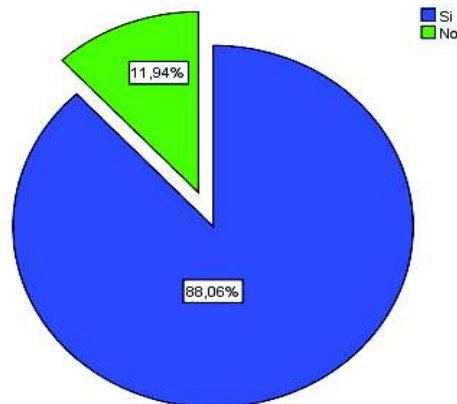


**Figura 31** – Gráfico de Refuerzo de acero  
Fuente: SPSS

Se identificó en la Figura 31, que gran parte de las empresas que desarrollan hormigón estructural, emplean refuerzos de acero para dicha clase de estructuras, con una participación del 85,35% (**Anexo 2**).

Para los refuerzos de acero, la normativa establece que las barras o alambre de acero aplicados en una estructura de hormigón deben ser corrugados, por tal motivo se buscó identificar las empresas que cumplen con dicha disposición.

Pregunta 24. ¿El acero aplicado como refuerzo en la estructura de hormigón es corrugado?



**Figura 32** – Gráfico de Acero corrugado aplicado a la estructura de hormigón  
Fuente: SPSS

Se evidenció en la Figura 32, que la mayoría de las empresas consultadas sobre acero de refuerzo en las estructuras de hormigón, cumplen con las directrices del refuerzo corrugado. Mientras que un 11,94% señalaron no aplicar este tipo de acero en el

reforzamiento, sino emplean de otros tipos, incumpliendo con los lineamientos de la NEC-SE-HM (**Anexo 2**).

Para definir la frecuencia de cumplimiento e incumplimiento por parte de las constructoras sobre la NEC-SE-HM se presenta en la Tabla 18, con los detalles de los resultados estadísticos obtenidos en la presente sección.

**Tabla 18** - Frecuencias de la Normativa de Estructura de Hormigón

	Frecuencia absoluta		Frecuencia relativa		Media
	Cumplimiento	Incumplimiento	Cumplimiento	Incumplimiento	
Tipo de estructura de hormigón	148	9	94,3%	5,7%	Cumple
Resistencia materiales	124	33	79,0%	21,0%	Cumple
Materiales áridos aplicados	147	10	93,6%	6,4%	Cumple
Agua aplicada	151	6	96,2%	3,8%	Cumple
Refuerzo de acero	118	16	75,2%	10,2%	Cumple
	<b>124</b>	<b>33</b>	<b>79%</b>	<b>21%</b>	

Elaboración propia

Al calcular e identificar los porcentajes de incumplimiento de las empresas constructoras que presentan hormigón estructural en sus edificaciones, se estimó un porcentaje de incumplimiento de 21% por parte de las constructoras en el Distrito Metropolitano de Quito sobre la NEC-SE-HM. Sin embargo, el cálculo de la media indica que la mayoría cumple con los lineamientos o directrices de la normativa.

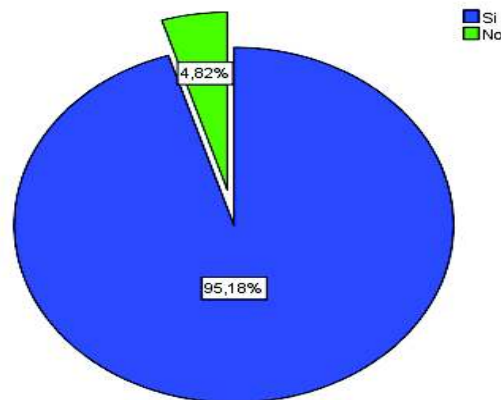
#### 4.1.6. Estructura de Acero

Las siguientes series de preguntas se establecieron con la finalidad de identificar las principales características de las constructoras que emplean estructuras de acero en el desarrollo de sus edificaciones.

Las directrices para el desarrollo de estructuras de acero se establecen en la NEC-SE-AC; presentando las disposiciones que deben cumplir las empresas constructoras al diseñar, fabricar y desarrollar estructuras de acero, con la finalidad de asegurar un sistema resistente a las cargas sísmicas.

Primero se buscó identificar, cuáles de las constructoras encuestadas aplican acero estructural en las edificaciones, para proceder a examinar el cumplimiento de las disposiciones de la NEC-SE-AC.

Pregunta. 25. ¿La construcción presenta estructuras de acero?

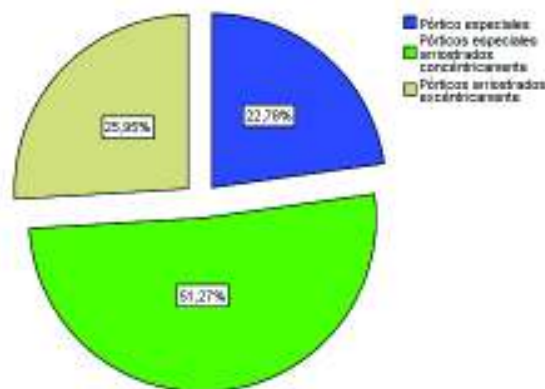


**Figura 33** – Gráfico de Estructura de acero  
Fuente: SPSS

Se determinó en la Figura 33, que la participación o presencia de las estructuras de acero en el desarrollo de edificaciones, es semejante a la identificada con las de hormigón. Es decir, que gran parte de las edificaciones en el Distrito Metropolitano de Quito, presentan estructuras diseñadas, fabricadas y montadas con acero, específicamente el 95,18% de las constructoras consultadas aplican este tipo de estructura en el desarrollo de sus obras **(Anexo 2)**.

La normativa establece tres (3) tipos de diseños para estructuras de acero, lo cuales tiene la capacidad de resistir fuerzas resultantes por sismos de distinta fuerza. Por tal motivo, se buscó identificar cuál de estos tres diseños, tiene mayor presencia en el sector de la construcción.

Pregunta 26. ¿Cómo clasificaría la estructura de acero de la construcción?



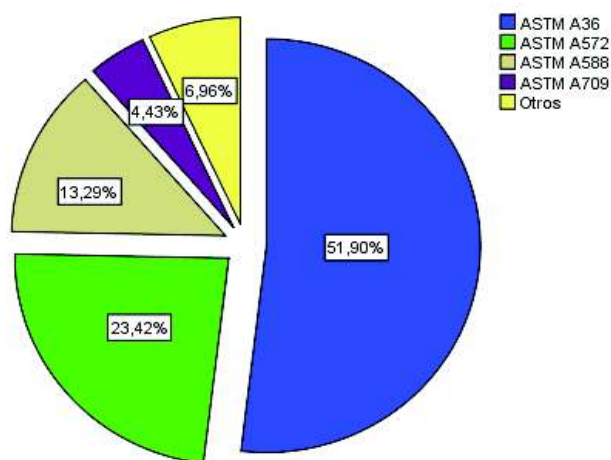
**Figura 34** – Gráfico de Clasificación de la estructura de acero  
Fuente: SPSS

Se evidenció en la Figura 34, que la mayoría de las constructoras consultadas, aplican un diseño de pórticos especiales arriostrados concéntricamente al momento de desarrollar las estructuras de acero, con una representación del 51,27%. Este tipo de diseño, proporciona a la estructura la capacidad de resistir deformaciones inelásticas significativas cuando estén sujetos a las fuerzas sísmicas (**Anexo 2**).

Los materiales que se aplican en la fabricación del acero estructural, debe cumplir con ciertas disposiciones y especificaciones para ser considerado óptimo en inelasticidad y soldabilidad. Por ello, se buscó conocer el tipo de acero, que utilizan las constructoras consultadas y si cumplen con las especificaciones establecidas por la NEC-SE-AC.

La NEC-SE-AC establece que, en la fabricación de acero estructural, los únicos tipos de aceros que pueden usarse son los ASTM A36, A572 y A588, por sus cualidades y aplicaciones sísmicas, presentan propiedades inelásticas y de soldabilidad que les proporciona una resistencia aceptable a distintas tensiones.

Pregunta 27. ¿Qué tipo de acero utiliza la constructora en sus edificaciones?



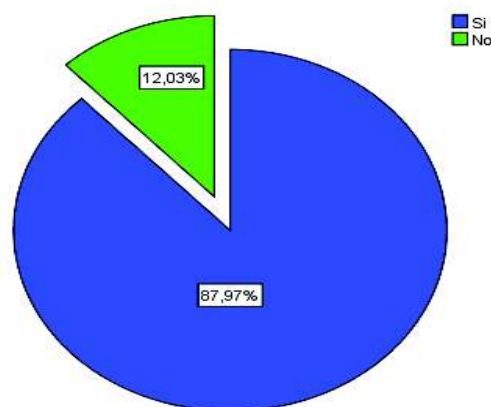
**Figura 35** – Gráfico de Tipos de aceros  
Fuente: SPSS

Se identificó en la Figura 35 que la mayoría de las empresas constructoras que fabrican estructuras de acero utilizan la ASTM A36, con una representación del 51,90%. Mientras que las ASTM A572 y A588, presentan una participación del 23,42% y 13,29% respectivamente. Demostrando así, que la mayoría de las constructoras que fabrican acero estructural, cumplen con las disposiciones de la NEC-SE-AC (**Anexo 2**).

Se evidenció, que el 11,39% de las constructoras, no emplean o cumplen las disposiciones de la NEC-SE-AC; el 4,43% de los consultados señalaron utilizar acero de tipo ASTM A709, el cuál no cumple con las mínimas especificaciones y propiedades exigidas por la normativa, y el 6,96% indicaron emplear materiales en las estructuras de acero de diferente categoría o clasificación.

Una de las exigencias de la NEC-SE-AC, en la fase de fabricación y montaje de estructuras de acero, es presentar profesionales capacitados y acreditados en ingeniería civil o mecánica, con el objetivo de inspeccionar y calificar la resistencia de la estructura. Se buscó conocer si la mayoría de las empresas constructoras, presentan este tipo de profesional capacitado en los procesos de diseño, fabricación y montaje de acero estructural.

Pregunta 28. ¿La constructora cuenta con Inspectores de soldadura?



**Figura 36** – Gráfico de Inspector de soldadura  
Fuente: SPSS

Se identificó en la Figura 36 que gran parte de las empresas constructoras cuentan con la participación de un inspector de soldadura, encargado de verificar y certificar que en cada uno de los procesos de fabricación y montaje del acero estructural, se cumpla con los controles y garantía de calidad, en cumplimiento con las disposiciones de la NEC-SE-AC (**Anexo 2**).

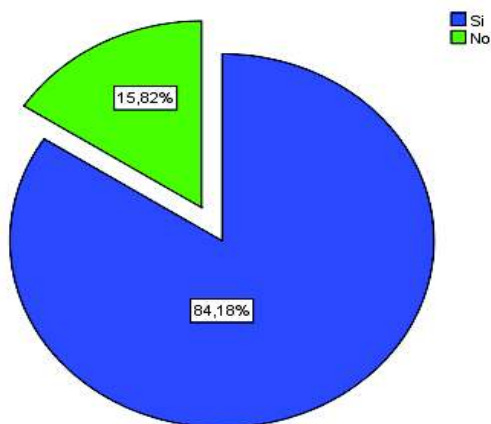
También se observó, que el 12,03% de las empresas que emplean estructuras de acero en el desarrollo de edificaciones, no presentan una profesional o capacitados en ingeniería civil y mecánica, que garantice la efectividad de los procesos fabricación y el montaje. Al



consultar, sobre los motivos de la ausencia de un inspector o especialista en soldadura, señalaron que la mayoría de los trabajadores encargados de realizar la soldadura y ensamblaje de la estructura de acero, cuenta con suficiente experiencia y preparación, como para garantizar una adecuada ejecución de la obra. Pero según la normativa, lo profesionales responsables de la fabricación y el montaje de las estructuras de acero deben presentar credenciales profesionales, o títulos de tercer nivel, caso contrario se estaría incumpliendo con las disposiciones de la NEC-SE-AC.

Con la finalidad de profundizar las respuestas de la interrogante anterior, se les consultó a las constructoras si realizan inspecciones continuas (Diarias) al proceso de soldadura.

Pregunta 29. ¿La constructora realiza una inspección antes, durante y después de la soldadura?



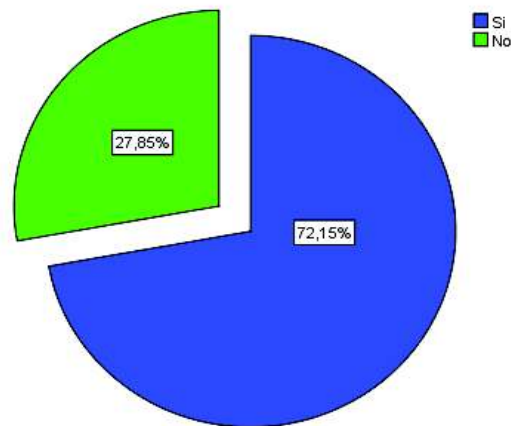
**Figura 37** – Gráfico de Inspección en el proceso de soldadura  
Fuente: SPSS

Se logró identificar que a pesar que la mayoría de las compañías constructoras cuentan con la participación de un inspector de soldadura; solo el 84,18% confirmaron realizar las respectivas inspecciones a la soldadura de la estructura de acero de forma continua, según Figura 37.

Se estimó que el 15,82% de las constructoras consultadas, presentan una supervisión deficiente en el proceso de soldadura, lo que puede significar la presencia de imperfecciones en la estructura. La presente información no representa un incumplimiento a las disposiciones de la normativa, pero evidencia un factor que puede perjudicar la resistencia y capacidad de la edificación (**Anexo 2**).

El dibujo de los planos estructurales y especificaciones son parte fundamental del proceso de fabricación y montaje del acero estructural, es difícil imaginar el desarrollo de una estructura, sin las indicaciones y medidas establecidas en un plano. Por tal motivo, se buscó identificar el porcentaje de empresas, que elaboran planos estructurales que faciliten el desarrollo.

Pregunta 30. ¿Lo constructora desarrolla planos estructurales y especificaciones para el proceso de soldadura?



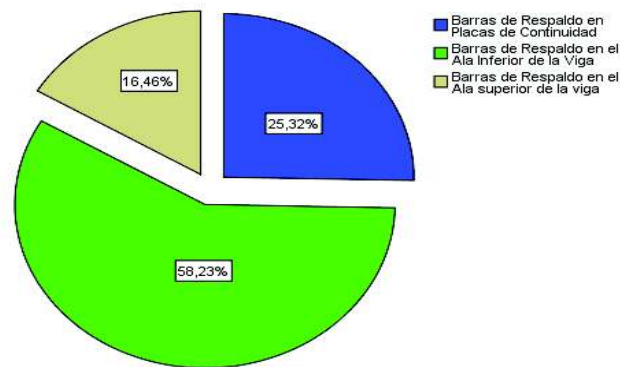
**Figura 38** – Gráfico de Aplicación de planos estructurales  
Fuente: SPSS

Sorpresivamente, se identificó en la Figura 38 que una cantidad significativa de constructoras que no emplean planos estructurales para los procesos de fabricación y montaje de estructuras de acero, con una representación del 27,85%. Al preguntar sobre los motivos de la ausencia de planos estructurales y especificaciones técnicas en el desarrollo de las estructuras de acero, donde la mayoría señalaron que los métodos aplicados en el desarrollo de las estructuras de aceros son simples, y no requieren de técnicas específicas, y lo fundamental es que la estructura presente simetría de forma **(Anexo 2)**.

Lo preocupante de la anterior y presente información es que, para garantizar la efectividad y resistencia de una estructura, se requiere de la participación, supervisión y certificación de personal profesional y capacitado, capaz de diseñar metodologías que proporcionen a la estructura resistencia a las cargas sísmicas. En ausencia de estos factores, es difícil asegurar que una edificación, presente un comportamiento eficiente y adecuado ante sismos.

Otro factor determinante en la estructura de acero, son las barras de respaldo; en la construcción sirven como apoyo o soporte de la estructura de acero durante el proceso de soldadura, y en ciertos casos las barras son acopladas o conectadas a la columna de la estructura de acero, por ello, se buscó identificar el tipo de barras de respaldo que aplican las constructoras consultadas.

Pregunta 31. ¿Qué tipo barras de respaldo utilizó la constructora en las uniones viga-columna?

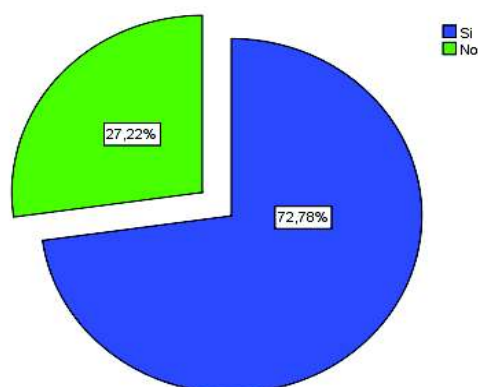


**Figura 39** – Gráfico de Tipos de barras de respaldo  
Fuente: SPSS

Se identificó en la Figura 39, que un poco más de la mitad de las constructoras consultadas que desarrollan estructuras de acero, aplican barras de respaldo en el ala inferior de las vigas, con el 58,23% de representación. Mientras que las barras de respaldo en placas de continuidad, presentan un 25,32%, seguido de las barras de respaldo en el ala superior de la viga con el 16,46%. Es importante recalcar, que estos tres tipos de barras de respaldo, son las recomendadas y aprobadas por la NEC-SE-AC, en el desarrollo de acero estructural (**Anexo 2**).

Con respecto a la soldadura de las barras de respaldo, no define lineamientos sobre si las mismas deben ser removidas o simplemente deben ser conectadas a las columnas de las estructuras de acero; pero de preferencia recomienda remover las barras. Por tal motivo, se buscó identificar en base a la recomendación de la NEC-SE-AC, el porcentaje de empresas constructoras que remueven dichas barras

Pregunta 32. ¿Las barras de respaldo son removidas luego de la soldadura?



**Figura 40** – Gráfico de Tipos de barras de respaldo  
Fuente: SPSS

Se identificó en la Figura 40, que la mayoría de las constructoras consultadas, remueven las barras de respaldo una vez finalizado la soldadura de las columnas y vigas, cumpliendo con las recomendaciones de la NEC-SE-AC, además, señalaron que una vez remueven las barras de respaldo, realizan limpieza, pulido y refuerzan la soldadura de raíz (**Anexo 2**).

A continuación se presenta el cálculo de la frecuencia absoluta y relativa del cumplimiento o incumplimiento de las compañías contracturas sobre la Normas Ecuatoriana de Construcción en relación a estructuras de aceros.

**Tabla 19** - Frecuencias de la Normativa de Estructura de Acero

	Frecuencia absoluta		Frecuencia relativa		Media
	Cumplimiento	Incumplimiento	Cumplimiento	Incumplimiento	
Tipo de Acero	140	18	88,6%	11,4%	Cumple
Inspector de Soldadura	139	19	88,0%	12,0%	Cumple
Planos Estructurales	114	44	72,2%	27,8%	Cumple
	<b>114</b>	<b>44</b>	<b>72%</b>	<b>28%</b>	

Elaboración propia

Como se puede observar en la Tabla 19, la mayoría de las compañías o empresas de construcción cumplen con los lineamientos o directrices de la Norma Ecuatoriana de la Construcción al momento de desarrollar estructuras de aceros en sus edificaciones. Pero, se estimó que aproximadamente el 28% de las empresas constructoras en el Distrito Metropolitano de Quito, incumplen con una o más directrices de la NEC-SE-AC; durante el diseño, fabricación y montaje de la estructura de acero, para la construcción de una obra.

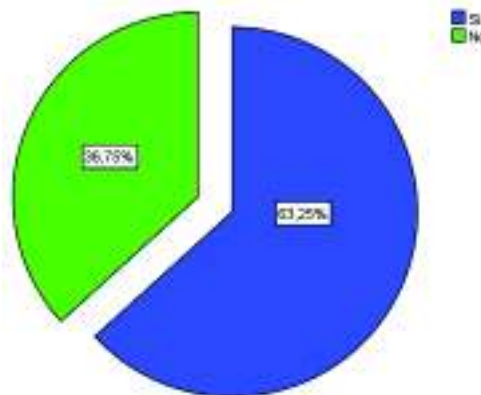
#### 4.1.7. Mampostería Estructural

A través de las siguientes preguntas, se determinó cuáles son las particularidades de las empresas constructoras a la mampostería estructural en el desarrollo de sus edificaciones.

A través de la NEC-SE-MP se establecen los criterios y requisitos que deben cumplir las empresas constructoras al momento de diseñar y construir estructuras de mampostería, con el objetivo de garantizar que la edificación presente un adecuado comportamiento bajo distintas condiciones de cargas.

Se buscó determinar la cantidad de empresas constructoras que emplean estructuras de mampostería en la construcción de edificaciones, para poder proceder a identificar cuáles de estas, cumplen con las directrices de la NEC-SE-MP

Pregunta 33. ¿La construcción presenta estructuras de mampostería?

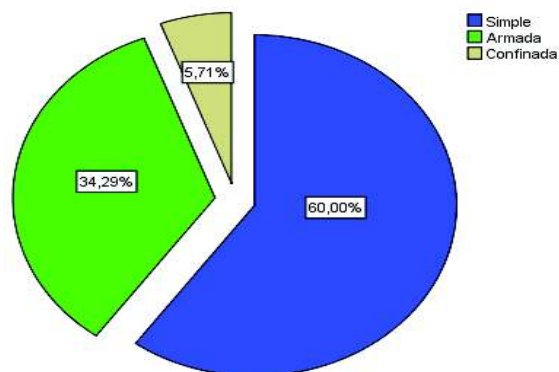


**Figura 41** – Gráfico de Mampostería estructural  
Fuente: SPSS

Se identificó en la Figura 41, que gran parte de las constructoras encuestadas, desarrollan o emplean estructuras de mampostería en sus edificaciones, con un 63,25% de representación; mientras que el 36,75% señalaron no aplicar este tipo de estructura en la construcción de sus obras (**Anexo 2**).

Una vez identificado las constructoras que emplean las estructuras de mampostería, se procedió a consultar el tipo de mampostería que aplican en la edificación. La NEC-SE-MP establece tres tipos de estructuras de mampostería, la simple, armada y confinada.

Pregunta 34. ¿Cómo clasificaría la estructura de mampostería de la construcción?



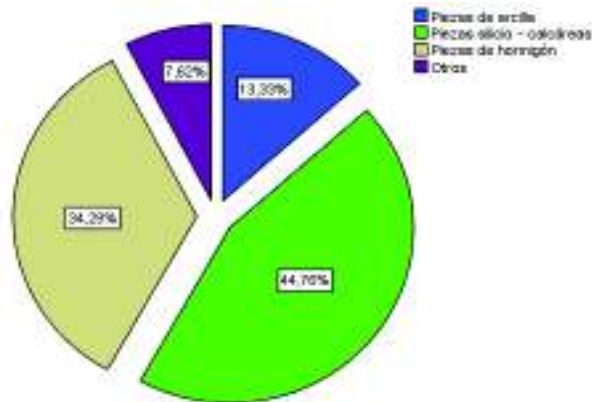
**Figura 42** – Gráfico de Clasificación de mampostería estructural  
Fuente: SPSS

Se identificó en la Figura 42, que las estructuras de mampostería simple son las más frecuentes en las constructoras consultadas, representando el 60% de los consultados que afirmaron emplear este tipo de estructuras. Este tipo de estructura se caracteriza por estar conformada de piezas de mampostería unidas por medio de mortero y no requieren de refuerzos, según las disposiciones de la NEC-SE-MP (**Anexo 2**).

La segunda estructura de mampostería que registra participación, es la armada con un 34,29% de presencia en las constructoras consultadas que presentan este tipo de estructura en sus edificaciones. Se caracteriza por presentar materiales de refuerzos, se colocan varillas o mallas, generalmente de acero.

Una vez identificado los tipos de estructura de mampostería más frecuente en las construcciones, se procedió a identificar las piezas o materiales que son utilizados en las estructuras. La NEC-SE-MP especifica los requisitos mínimos que deben cumplir, para ser utilizados en una estructura de mampostería, para garantizar la resistencia y estabilidad de la estructura; por ello la normativa establece que las piezas de arcilla, silicio y hormigón, son las calificadas para aplicar en el desarrollo de este tipo de estructuras.

Pregunta 35. ¿Qué tipos de piezas de mampostería aplica la constructora en sus edificaciones?



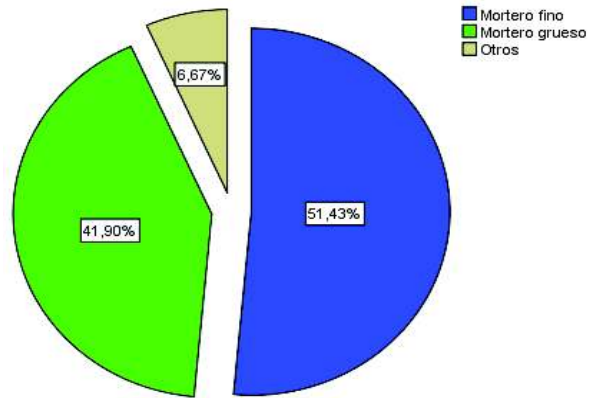
**Figura 43** – Gráfico de Piezas de mampostería estructural  
Fuente: SPSS

Se identificó en la Figura 43, que gran parte de las empresas constructoras consultadas, que desarrollan estructuras de mampostería, utilizan pieza de silicio o calcáreas en un 44,76%, mientras que las piezas de hormigón representan un 34,29% y las de arcilla un 7,62%. Es decir, el 92,38% de estas constructoras, cumplen con las disposiciones de la NEC-SE-MP (**Anexo 2**).

El 7,68% de las constructoras que desarrollan estructuras de mampostería, señalaron aplicar piezas de mampostería de otra clasificación y distintas a las señaladas por la NEC-SE-MP; demostrando así, un incumplimiento a la normativa, por parte de estas empresas consultadas.

En el desarrollo de las estructuras de mampostería, el mortero es el compuesto o mezcla que permite aparejar las piezas o materiales a la estructura. Por tal motivo, se buscó conocer el tipo de mortero que aplican las empresas, y si cumplen con las disposiciones de la NEC-SE-MP.

Pregunta 36. ¿Qué tipo de morteros de pega utiliza la constructora para la mampostería?



**Figura 44** – Gráfico de Tipo de mortero  
Fuente: SPSS

La normativa establece o define dos tipos de mortero: fino y grueso, se identificó en la Figura 44, que el mortero fino tiene mayor presencia en las constructoras consultadas que desarrollan estructura de mampostería (**Anexo 2**).

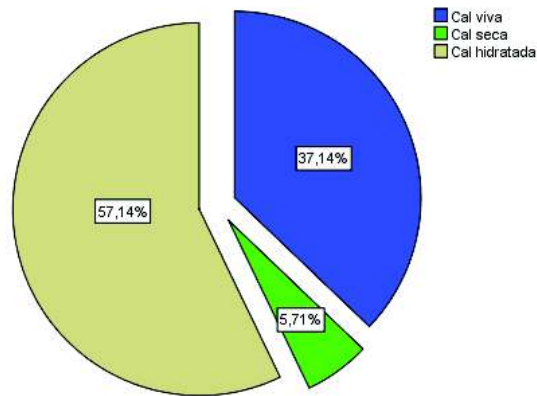
Se logró determinar que un porcentaje mínimo de empresa constructoras, específicamente el 6,67%; emplean otros tipos de morteros para pegar o rellenar las estructuras de mampostería, evidenciando un desistimiento en las normas de la NE-SE-MP.

En la mampostería estructural, para la elaboración del mortero se deben utilizar materiales que cumplan ciertos requisitos de calidad, como la cal aplicada. La NEC-SE-MP establece que, en la preparación de la mezcla, la cal utilizada debe ser hidratada, para garantizar que no sea perjudicial a ninguna de las propiedades del mortero.

Por tal motivo se buscó identificar el tipo de cal aplicado por las empresas constructoras consultadas.

Pregunta 37. ¿Qué tipo de cal utiliza la constructora para la preparación del mortero?





**Figura 45** – Gráfico de Tipo de cal  
Fuente: SPSS

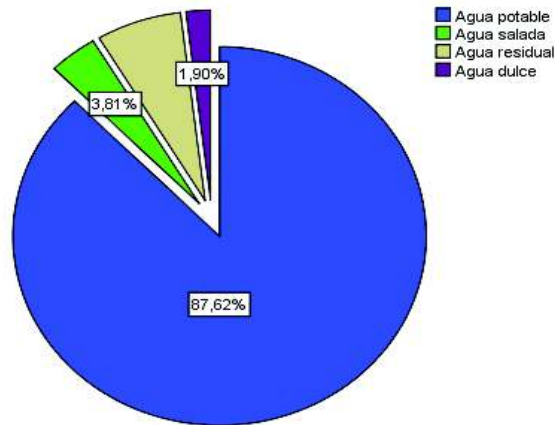
Se puede apreciar en la Figura 45, que la mayoría de las empresas constructoras consultadas que aplican estructuras de mampostería en sus edificaciones, aplican cal hidratado en la elaboración del mortero, por las características apropiadas del mismo en la fabricación de la mezcla; concordando con los lineamiento establecidos en la NEC-SE-MP.

El 37,14% de los consultados indicaron aplicar cal viva, que es un tipo de material no recomendado en la normativa, pero que puede ser utilizado en la preparación del mortero, cuando cumple con las características técnicas del NTE INEN 0248 (**Anexo 2**).

En cambio, el 5,71% de las empresas que aplican mampostería estructural señalaron utilizar cal seca en la preparación del mortero, un tipo de material que no está contemplado en la normativa y que no cumple con las características mínimas para satisfacer los requisitos calidad y resistencia en la construcción de estructuras de mampostería.

El agua es un elemento fundamental en la preparación del mortero, y el mismo debe cumplir ciertos requisitos y estar libre elementos perjudiciales, para garantizar la calidad de la estructura del mortero. Por ello, se buscó conocer el tipo de agua aplicado por las empresas constructoras:

Pregunta 38. ¿Qué tipo de agua aplica la constructora para la elaboración del mortero de pega?



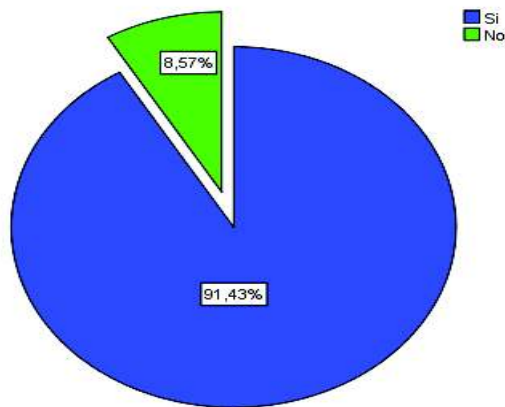
**Figura 46** – Gráfico de Tipo de Agua  
Fuente: SPSS

Se determinó en la Figura 46, que la mayoría de los consultados, específicamente el 87,62% utilizan agua potable en la preparación de la mezcla del mortero. La cual es un tipo de agua que es libre de elementos o sustancias como aceites, ácidos, alcoholes, sales, materias orgánicas u otras, que puedan perjudicar la calidad del mortero, demostrando un cumplimiento de la NEC-SE-MP (**Anexo 2**).

Se observó que el 12,38% de las empresas constructoras que aplican estructural de mampostería, utilizan otros tipos de agua en la elaboración del mortero, específicamente agua salada (3,81), agua residual (6,67) y agua dulce (1,90); los cuales no cumplen con los requisitos establecidos por la NEC-SE-MP, ya que presentan sustancias o elementos que pueden alterar la consistencia de la mezcla y por consiguiente la calidad de la estructura de mampostería.

Luego se buscó conocer si la estructura de mampostería presenta elementos como barras y alambres de acero que refuerzan la resistencia de la mampostería. La NEC-SE-MP establece en los requisitos constructivos para mampostería estructural, que se debe aplicar refuerzo para garantizar la resistencia de la estructura. Por tal motivo, se buscó conocer cuales empresas constructoras cumplen con el presente requisito.

Pregunta 39. ¿Las estructuras de mampostería de la edificación están reforzadas?



**Figura 47 – Mampostería reforzada**  
Fuente: SPSS

En la Figura 47, el 91,43% de las empresas consultadas que desarrollan estructuras de mampostería, señalaron aplicar elementos de refuerzo para asegurar que la edificación pueda resistir a movimientos sísmicos; cumpliendo con los requisitos de construcción de la NEC-SE-MP (**Anexo 2**).

Mientras que se identificó que un 8,57% de las empresas consultadas, indicaron no aplicar elementos de refuerzo en el desarrollo de estructuras de mampostería. Al consultar el motivo de no aplicar refuerzos, la mayoría de las constructoras comentaron que no lo consideran necesario, según el diseño de la edificación.

Para definir el incumplimiento por parte de las constructoras sobre la NEC-SE-MP, se calculó en la Tabla 20, la frecuencia absoluta y relativa de los datos obtenidos en la sección.

**Tabla 20 - Frecuencias de la Normativa de Estructura de Mampostería**

	Frecuencia absoluta		Frecuencia relativa		Media
	Cumplimiento	Incumplimiento	Cumplimiento	Incumplimiento	
Tipo de mampostería	97	8	92,4%	7,6%	Cumple
Tipo de mortero	98	7	93,3%	6,7%	Cumple
Tipo de cal	99	6	94,3%	5,7%	Cumple
Tipo de agua	92	13	87,6%	12,4%	Cumple
Elemento de refuerzo	96	9	91,4%	8,6%	Cumple
	<b>92</b>	<b>13</b>	<b>88%</b>	<b>12%</b>	

Elaboración propia

De acuerdo a los porcentajes de incumplimiento de las empresas constructoras que desarrollan estructuras de mampostería presentado en la Tabla 20 - Frecuencias de la Normativa de Estructura de Mampostería, se puede estimar que el 12,38% de las

empresas constructoras en el Distrito Metropolitano de Quito que aplican mampostería estructural, incumplen con la NEC-SE-MP

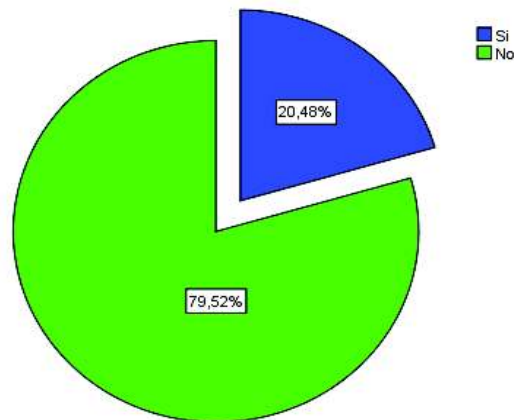
#### 4.1.8. Estructura de Madera

Por medio de las presentes interrogantes, se identificó cuáles son las constructoras en el Distrito Metropolitano de Quito, que emplean estructuras de madera en el desarrollo de sus edificaciones, y las características de las mismas.

Los requisitos obligatorios que deben cumplir las empresas constructoras en el diseño y fabricación de estructuras de madera, está establecido en la NEC-SE-MD, así como también las características mínimas que, de forma, tamaño, calidad y tipo, de la madera aplicadas.

Lo primero que se buscó identificar, es cuales de las constructoras que conforman la muestra desarrollan estructuras en base de madera, para la aplicación de las encuestas específicas de la presente sección.

Pregunta 40. ¿La construcción presenta estructuras de madera?

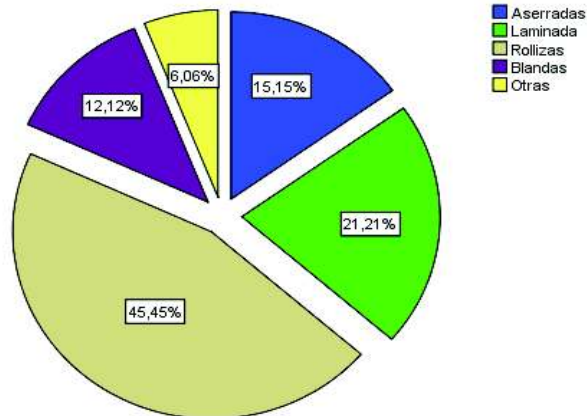


**Figura 48** – Gráfico de Estructura de madera  
Fuente: SPSS

Se identificó en la Figura 48, que solo el 20,48% de las empresas constructoras consultadas desarrollan estructuras de madera, demostrando que las estructuras de madera tienen poca participación en las edificaciones del Distrito Metropolitano de Quito **(Anexo 2)**.

Se buscó conocer el tipo de madera que utilizan las 33 constructoras consultadas que desarrollan estructuras de madera, para identificar si concuerdan con los requisitos de la normativa.

Pregunta 41. ¿Qué tipo de madera utiliza para las estructuras?



**Figura 49** – Gráfico de tipo de madera  
Fuente: SPSS

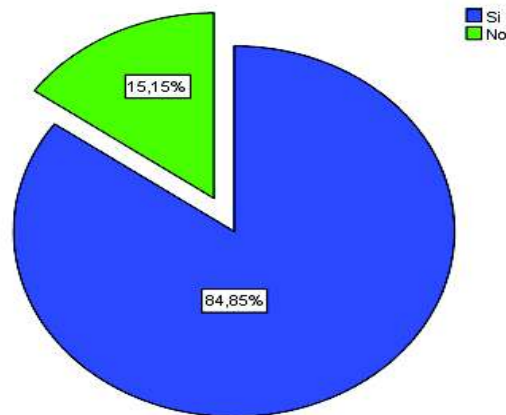
La NEC-SE-MP establece que tipos de madera deben aplicarse en la mecánica estructural, a primera elección recomienda la selección de madera aserrada, pero también se pueden aplicar las laminadas y rollizas.

Por tal motivo, se logró identificar en la Figura 49 que las estructuras desarrolladas en base a maderas rollizas son las que tiene mayor participación en las edificaciones del Distrito Metropolitano de Quito con el 45,45% (**Anexo 2**).

También se determinó según las opiniones de los encuestados que el 12,12% aplican madera de tipo blandas, las cuales no cumplen con las características y principios básicos en el diseño de estructuras de madera; como de igual forma, el 6,06% que indicaron aplicar otro tipo de madera. Demostrando el incumplimiento de estas empresas constructoras con respecto a los requerimientos establecidos en la NEC-SE-MD.

Luego se buscó identificar si las estructuras de madera desarrolladas por las constructoras consultadas, si se encuentran expuesta al aire libre o a la intemperie.

Pregunta 42. ¿La estructura de madera se encuentra expuesta al aire libre?

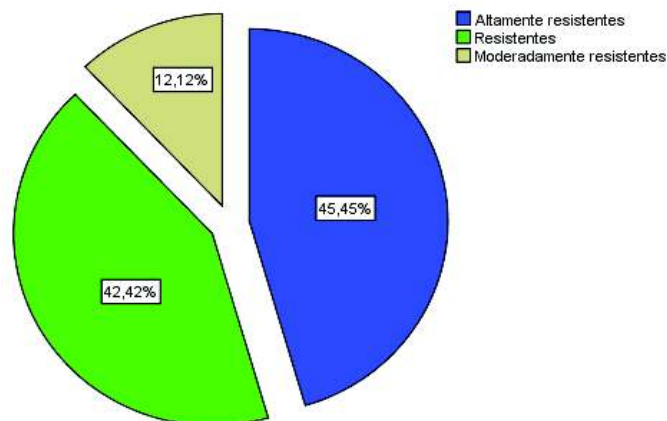


**Figura 50** – Gráfico de Exposición de estructura de madera  
Fuente: SPSS

Se identificó en la Figura 50, que la mayoría de las estructuras de madera desarrolladas por las constructoras, se encuentran expuesto a la intemperie. Lo que significa que los mismos deben cumplir con ciertas condiciones y elementos para garantizar las propiedades mecánicas de la estructura ante factores de externos, como la lluvia, humedad o agentes biológicos (**Anexo 2**).

Luego se buscó conocer según el criterio de las constructoras consultadas, la resistencia natural que presenta sus estructuras de madera frente a los factores externos y la intemperie.

Pregunta 43. ¿Cómo clasificaría la durabilidad natural de la estructura de madera?



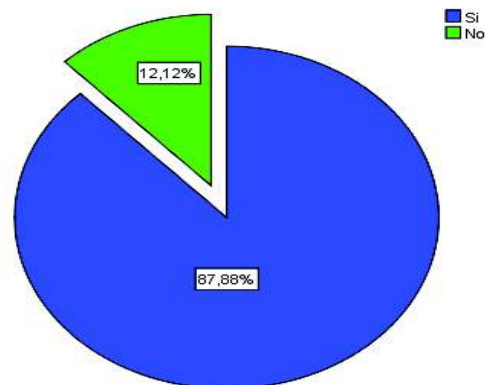
**Figura 51** – Gráfico de Durabilidad de la estructura de madera  
Fuente: SPSS

Se constató en la Figura 51, que la mayoría de las empresas consultadas, consideran que sus estructuras de madera son altamente resistentes (45,45%) o simplemente resistente (42,42%) concordando con uno de los requisitos primordiales de la NEC-SE-MD, donde la durabilidad natural de la madera aplicada debe garantizar una resistencia mecánica y preservación de la misma.

Solo un 12,12% de los encuestados, señalaron que sus estructuras son moderadamente resistentes, lo que supone la necesidad esencial de aplicar elementos o sustancias, para aumentar la resistencia y durabilidad del mismo (**Anexo 2**).

A pesar que la durabilidad natural de la especie de madera que conforma la estructura es un factor importante al determinar la durabilidad de la misma, según la NEC-SE-MD; la preservación y protección de la estructura ante factores climáticos y biológicos es igual de fundamental. Por tal motivo, se buscó identificar cuales empresas constructoras aplican sustancias preservantes a sus estructuras, en cumplimiento con la normativa.

Pregunta 44. ¿La estructura de madera presenta sustancias preservantes?



**Figura 52** – Gráfico de sustancias preservantes  
Fuente: SPSS

Como se mencionó anteriormente la normativa respectiva, establece la aplicación de elementos preservantes en la madera cuando se utiliza como material de construcción; por tal motivo se identificó en la Figura 52 que el 87,88% de las constructoras consultadas que desarrollan estructuras con este tipo de material, aplican sustancias preservantes para aumentar la durabilidad y resistencia de la misma.

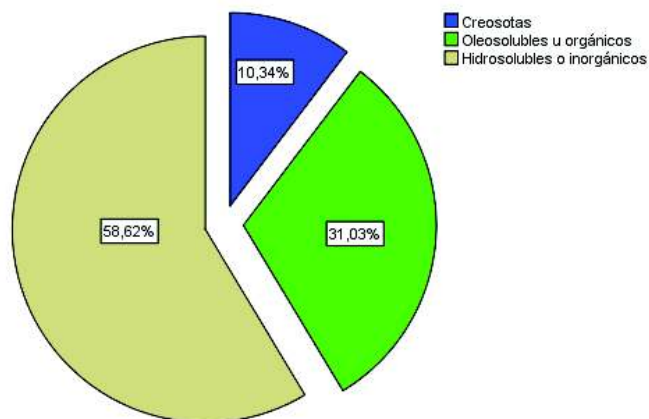
Se identificó que solo 12,12% de las compañías consultadas no aplican ese tipo de sustancia, ya que consideran que la madera que aplican es de buena calidad y duradera;

pero es importante recalcar que debido a que es un material orgánico y natural, sin importar la calidad que presente, esta puede deteriorarse ante factores climáticos como la humedad, temperatura y oxígeno, o también por factores biológicos como hongos e insectos; justificando lo esencial de la impregnación de sustancias preservantes (**Anexo 2**).

Por tal motivo, se define que dicho 12,12% de las constructoras encuestadas, incumple con el requerimiento de aplicar sustancias preservantes para aumentar la durabilidad natural de la madera.

Una vez identificado las empresas constructoras que aplican sustancias preservantes en la madera utilizada para la construcción; se buscó conocer el tipo de sustancia que aplican en las mismas.

Pregunta 45. ¿Qué tipo de preservantes presenta la estructura de madera?



**Figura 53** – Gráfico de Tipo sustancias preservantes  
Fuente: SPSS

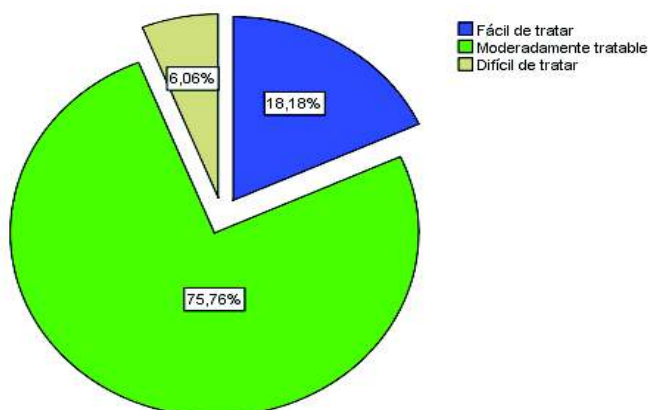
De las 29 empresas constructoras que aplican sustancias preservantes a la madera, en la Figura 53 se puede observar el 58,62% de las mismas, aplican preservantes oleo solubles, los cuales son excelentes para repeler agentes biológicos, y además presenta cualidades muy importantes, como que no son corrosivos y no son inflamables una vez que el solvente se ha evaporado. Mientras que el 31,03% señalaron aplicar preservantes hidrosolubles, que presentan características preservantes de madera. Estos dos tipos de preservantes están certificados y aprobados para la aplicación en madera, en la NEC-SE-MP (**Anexo 2**).



Mientras que la aplicación de preservantes creosotas y productos caseros registran una participación del 10,34%; las cuales son sustancias que no pueden aplicarse o considerarse como preservativo de la madera.

Luego de se les consultó a las empresas constructoras como consideran según sus criterios, el tratamiento de la madera aplicada en la construcción

Pregunta 46. ¿Cómo clasificaría el tratamiento de la madera aplicada en la construcción?



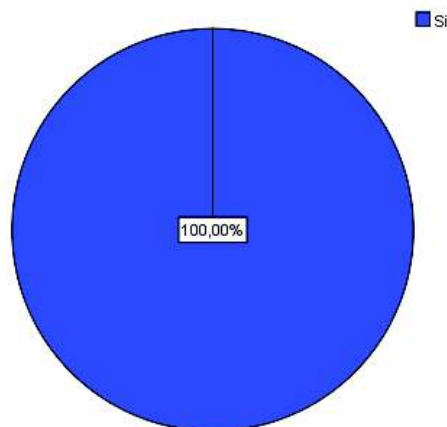
**Figura 54** – Gráfico de Tratamiento de la madera  
Fuente: SPSS

Según la NEC-SE-MD, la madera utilizada en la construcción es generalmente empleada para desarrollar muros, paredes, pie derecho, columnas, vigas, pisos, techos y entre otros. Por lo cual, la normativa recomienda que el material presente características físicas y mecánicas que faciliten su tratamiento para garantizar y asegurar estabilidad, seguridad y durabilidad de las construcciones en madera. Por tal motivo, se logró identificar en la Figura 54 que la mayoría de las constructoras, consideran que la madera empleada en sus construcciones presenta características que facilitan (75,76%) o permiten (18,18%) el tratamiento de la misma en la construcción.

Mientras que solo el 6,06% de las constructoras consideran que la madera utilizada en la construcción presenta características que la vuelven difícil de tratar o manejar al momento de la construcción. Un elemento que no representa un incumplimiento a la normativa, siempre y cuando la madera cumpla con las consideraciones generales de construcción, que establece la NEC-SE-MD (**Anexo 2**).

Generalmente las estructuras de madera presentan elementos metálicos en las uniones, y de acuerdo a la NEC-SE-MP; los mismos deben ser anticorrosivos para no afectar la integridad de la madera. Por tal motivo, se buscó identificar si los elementos metálicos aplicados por las constructoras son anticorrosivos.

Pregunta 47. ¿Los elementos metálicos aplicados en la estructura de madera son anticorrosivos?



**Figura 55** – Gráfico de Elementos metálicos anticorrosivos  
Fuente: SPSS

Se identificó en la Figura 55, que la totalidad de las constructoras que emplean estructuras de madera en la construcción de edificaciones, aplican materiales metálicos anticorrosivos, demostrando un cumplimiento en los requerimientos de la NEC-SE-MD (**Anexo 2**).

Para finalizar la presente sección de las edificaciones con estructuras de madera, se determinan las frecuencias de los datos de cumplimiento e incumplimientos por parte de las empresas constructoras sobre la NEC-SE-MD:

**Tabla 21** - Frecuencias de la Normativa de Estructura de Madera

	Frecuencia absoluta		Frecuencia relativa		Media
	Cumplimiento	Incumplimiento	Cumplimiento	Incumplimiento	
Tipo de Madera	27	6	81,8%	18,2%	Cumple
Aplicación Sustancias Preservantes	29	4	87,9%	12,1%	Cumple
Tipo de Sustancias Preservantes	26	3	89,7%	10,3%	Cumple
Metal Anti-corrosivos	33	0	100,0%	0,0%	Cumple
	<b>27</b>	<b>6</b>	<b>82%</b>	<b>18%</b>	

Elaboración propia

Según los porcentajes de determinados, en el cálculos de la frecuencia relativa en la Tabla 21, sobre las empresas constructoras que aplican madera en el diseño y desarrollo estructural de una edificación, se logró estimar que el 18% de las constructoras del Distrito Metropolitano de Quito, que emplean este tipo de materiales en la construcción, incumplen con los lineamientos y requerimientos establecidos en la NEC-SE-MD.

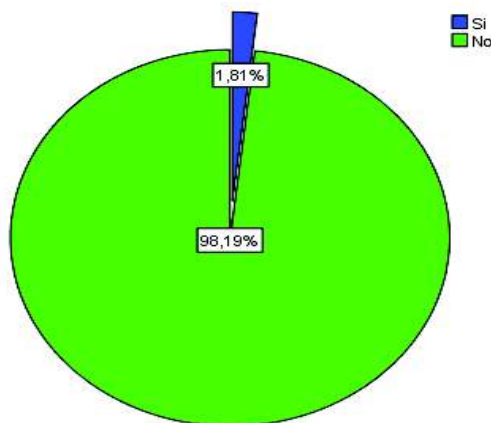
#### 4.1.9. Estructuras de Guadúa

La presente serie de preguntas, permitió identificar los aspectos generales de las estructuras de guadúa que aplican las empresas constructoras en el desarrollo de sus edificaciones en el Distrito Metropolitano de Quito.

Con respecto a los requisitos de las estructuras desarrolladas en base de guadúa, son similares a los establecidos en la NEC-SE-MD, pero varían en algunos aspectos específicos en el diseño y aplicación del material en la construcción.

Lo primero que se buscó identificar es el porcentaje de empresas constructoras que han desarrollado estructuras con guadua, con el objetivo de poder determinar el incumplimiento de las mismas, sobre los requisitos establecidos en la NEC-SE-GUADÚA.

Pregunta 48. ¿La construcción presenta estructuras de guadúa?

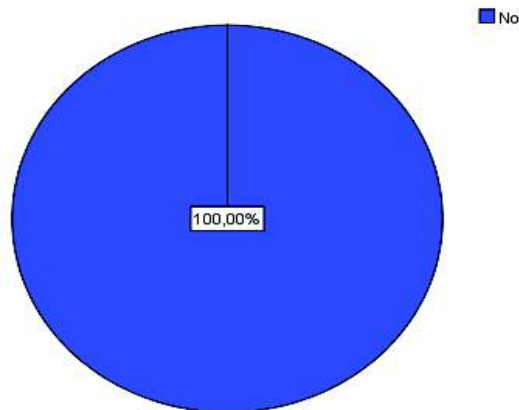


**Figura 56** – Gráfico de Estructuras de Guadúa  
Fuente: SPSS

Se determinó en la Figura 56 que solo 3 empresas constructoras de las 166 que representan la muestra de la presente investigación, han desarrollado estructuras en base a guadúa, representando solo el 1,81% del total de los consultados. Demostrando así, que las estructuras con guadua no son muy comunes en el Distrito Metropolitano de Quito.

Una vez identificado el porcentaje de empresas constructoras que emplean este tipo de material, se procedió a efectuar las preguntas específicas de la presente sección, como las deformaciones de la guadúa. De acuerdo con la NEC-SE-GUADÚA, los culmos de guadúa no deben presentar deformaciones, para ser idóneas para la construcción.

Pregunta 49. ¿Los culmos de guadúa presentan deformaciones longitudinales?

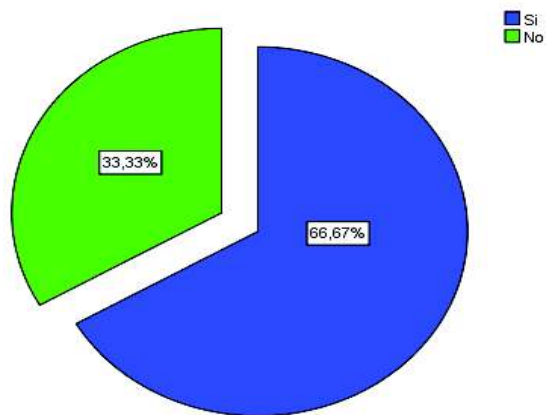


**Figura 57** – Gráfico de Deformaciones de Guadúa  
Fuente: SPSS

Según las disposiciones de la NEC-SE-GUADÚA, los culmos de GaK no deben presentar una deformación del eje longitudinal mayor al 0,33%, para cumplir con los requisitos de calidad y ser aptos para la construcción; y de acuerdo a las respuestas de las 3 constructoras consultadas, en la Figura 57 se puede apreciar que el 100% de las misma consideran que las guaduas utilizadas como elemento estructural, no presentan deformaciones. Demostrando, de acuerdo a sus criterios, un cumplimiento de la presente normativa (**Anexo 2**).

Debido a las características naturales de la guadúa, generalmente tiene a agrietarse debido a las diferencias en la densidad de sus paredes, no obstante, la NEC-SE-GUADUA establece algunos límites para el tamaño y la localización de las grietas, para puedan ser aptas en la construcción. Por tal motivo se buscó identificar, cuáles de las 3 empresas constructoras consultadas han aplicados culmos de guadúa con grietas.

Pregunta 50. ¿Los culmos de guadúa presentan grietas longitudinales?

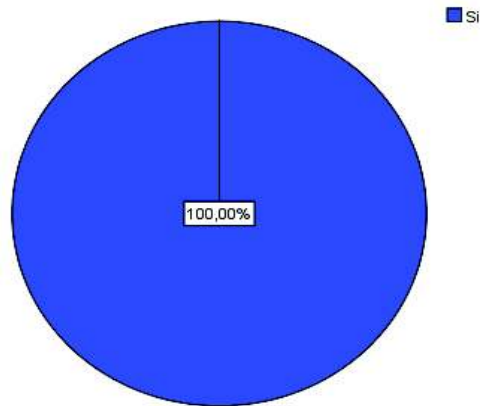


**Figura 58** – Gráfico de Grijas en la Guadúa  
Fuente: SPSS

Según Figura 58, dos empresas de las consultadas (66,67%), señalaron aplicar culmos de guadúa con grietas longitudinales en el desarrollo de estructuras, este tipo de grietas como se destacó anteriormente son permitidas en la construcción, siempre y cuando la longitud de la grieta no sea superior al 20% del culmo. Al consultar sobre esta limitante a las dos constructoras; solo una indicó cumplir con dicho parámetro o lineamiento, mientras que la otra constructora indicó que a veces algunos culmos de guadúa presentan grietas longitudinales mayor del 20% y que puede alcanzar un poco menos de la mitad del culmo, pero que según ellos no representan algún grado de amenaza para la estructura; demostrando así, un incumplimiento de los requerimientos de la NEC-SE-GUADUA por parte de dicha constructora (**Anexo 2**).

Igual que las estructuras desarrolladas con madera, la guadua como es un material natural y orgánico requiere de la aplicación de sustancia preservantes para evitar alteraciones en las características mecánicas del material, por factores biológicos o climáticos. Por tal motivo, se buscó identificar la aplicación de este tipo de sustancias.

Pregunta 51. ¿La estructura de guadúa presentan sustancias preservantes?

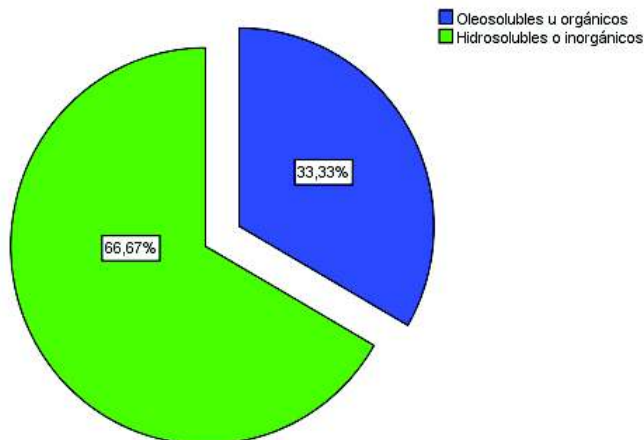


**Figura 59** – Gráfico de Sustancias preservantes  
Fuente: SPSS

Se identificó en la Figura 59, que las tres constructoras consultadas que emplean guadúa en la construcción, aplican sustancia preservantes para garantizar la protección, durabilidad y conservación del material; demostrando un cumplimiento por parte de las misma sobre los requerimiento de la NEC-SE-GUADÚA (**Anexo 2**).

Luego se les consultó a las tres constructoras, sobre el tipo de sustancia de preservantes que aplican a las guadúas; ya que la NEC-SE-GUADÚA establece que se deben utilizar los mismos preservantes indicados para las estructuras de madera, es decir preservantes hidrosolubles u óleo soluble.

Pregunta 52. ¿Qué tipo de preservantes presenta la estructura de guadúa?



**Figura 60** – Gráfico de Tipo de preservantes  
Fuente: SPSS

Se logró determinar en la Figura 60 que las tres constructoras cumplen con los requisitos sobre los tipos de preservantes que se deben aplicar en las guadúas, donde la aplicación de preservantes hidrosolubles, presenta una participación del 66,67% y los óleos solubles un 33,33% (**Anexo 2**).

En síntesis, debido a la poca participación o presencia que tiene las estructuras de guadúa en la construcción en el Distrito Metropolitano de Quito, donde solo tres (3) de las 166 constructoras que conforman la muestra, indicaron aplicar este tipo de material. Por tal motivo, no se considera que el porcentaje de incumplimiento determinado en la presente sección sea representativo para la presente investigación y para determinar el índice de incumplimiento de la NEC-SE-GUADÚA.

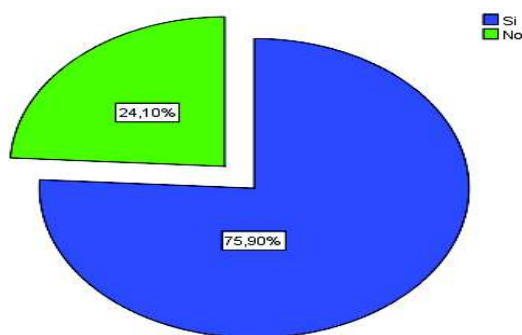
#### **4.1.10. Viviendas de 2 Pisos**

El objetivo de la siguiente serie de preguntas, es identificar las constructoras que cumplen con los requerimientos mínimos para el diseño y construcción de viviendas sismo resistentes de hasta 2 pisos.

El capítulo NEC-SE-VIVIENDA, establece cuales son los requisitos que deben cumplir las constructoras al momento de desarrollar edificaciones residenciales de hasta 2 pisos, con la finalidad que presente un cuerpo estructural eficiente ante actividades sísmicas, y garantizar la seguridad de sus ocupantes.

Lo primero que se buscó identificar, es el porcentaje de empresas constructoras que desarrollan este tipo de viviendas:

Pregunta 53 ¿Las edificaciones realizadas clasificarían como viviendas de hasta 2 pisos?

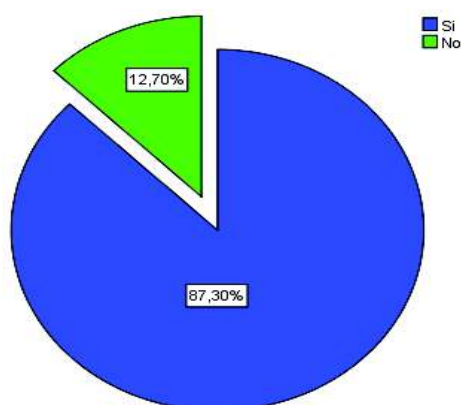


**Figura 61** – Gráfico de Viviendas de 2 Pisos  
Fuente: SPSS

Según la Figura 61 el 75,90% de las constructoras consultadas, desarrollan edificaciones o viviendas de hasta 2 pisos, mientras que el 24,10% restante; señalaron especializarse en edificaciones de mayor altura, que clasificarían para departamentos, oficinas o actividades especiales.

Una vez identificado las constructoras que desarrollan este tipo de viviendas, se buscó identificar según sus criterios si dichas edificaciones presentan una estructura eficiente frente actividad sísmica.

Pregunta 54. ¿La configuración estructural de las viviendas es eficiente frente actividad sísmica?



**Figura 62** - Gráfico de Configuración Estructural  
Fuente: SPSS

Como se puede apreciar en la Figura 62, la mayoría de las constructoras consideran que sus edificaciones residenciales de 2 pisos, cuentan con la configuración estructural acorde para resistir un movimiento sísmico, específicamente el 87,30% de los consultados (**Anexo 2**).

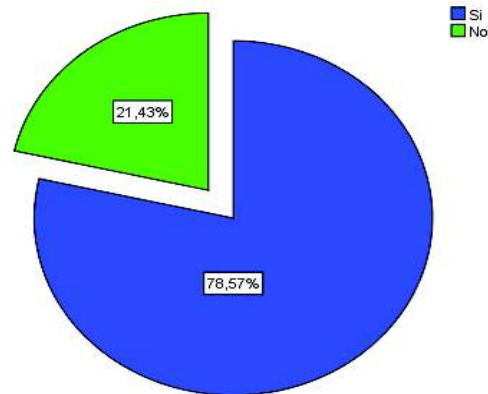
Solo el 12,70%, señalaron tener dudas o desconfianza sobre la capacidad estructura de la vivienda frente a un movimiento sísmico, ya que desarrollaron la edificación según los requerimientos del contratista, es decir el dueño del terreno; sin analizar las capacidades sismo resistente. Lo que demuestra un incumplimiento de la NEC-SE-VIVIENDA, por parte de dichos constructores.

Luego se buscó identificar si los muros y pórticos que conforman la estructura de la vivienda están anclados a la cimentación; ya que la NEC-SE-VIVIENDA establece que, para que los



pórticos y muros sean resistentes a movimiento sísmicos, éstos deben estar anclados a la cimentación.

Pregunta 55. ¿Los pórticos y muros de la vivienda están anclados a la cimentación?



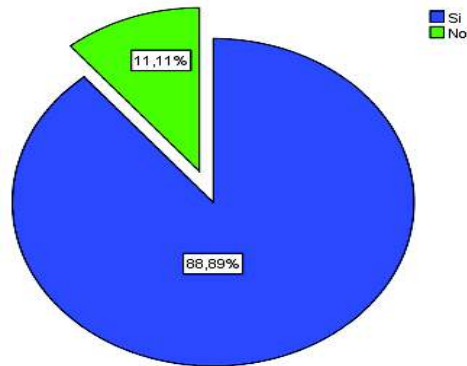
**Figura 63** – Gráfico de Pórticos y Muros de la Vivienda  
Fuente: SPSS

Se identificó a través de la Figura 63, que el 78% de las constructoras consultadas que desarrollan viviendas de 2 pisos, anclan los pórticos y muros de la edificación a la cimentación, concordando con los requisitos establecidos en la NEC-SE-VIVIENDA.

Pero se demuestra que un 21,43% de dichas constructoras, no cumplen con dicho requerimiento. Según las mismas; los pórticos y muros de sus edificaciones están anclados en capas superficiales del suelo, y consideran que pueden soportar las cargas generadas por un movimiento sísmico, a pesar de ser contradictorio a los requerimientos establecidos en la NEC-SE-VIVIENDA.

La siguiente pregunta se formuló con el objetivo de identificar la continuidad de los pórticos y muros en el nivel superior de la vivienda.

Pregunta 56. ¿Los pórticos y muros de la vivienda presentan continuidad entre la cimentación y el muro inmediatamente superior?



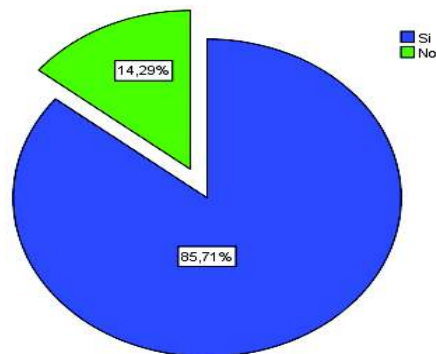
**Figura 64** – Gráfico de Continuidad de Pórticos y Muros de la Vivienda  
Fuente: SPSS

Se determinó en la Figura 64, que la mayoría de las constructoras que desarrollan viviendas de dos pisos, presentan una continuidad en los pórticos y muros que conforman la estructura de la edificación; evidenciado un cumplimiento de la normativa de la NEC-SE-VIVIENDA.

Mientras que el 11,11% de los encuestados, señalaron que las columnas y muros que conforman el segundo piso de la vivienda, no presentan continuación con los elementos estructurales del piso inferior; lo cual de acuerdo a la NEC-SE-VIVIENDA, no puede considerarse la configuración estructural de dichas viviendas, como eficiente y resistente ante fuerzas horizontales.

Luego se puede identificar, la regularidad y simetría del sistema de piso de las viviendas desarrolladas por las constructoras, ya que consiste en uno de los requerimientos de la NEC-SE-VIVIENDA.

Pregunta 57. ¿El sistema de piso de la vivienda es regular y simétrico en cada planta?



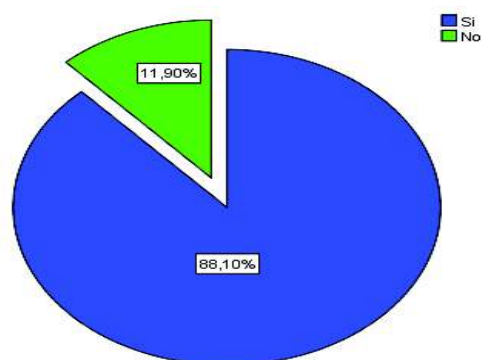
**Figura 65** – Gráfico de Regularidad del Piso  
Fuente: SPSS

Se puede apreciar en la Figura 65, que la mayoría de los constructoras considera que el sistema de piso en cada planta es regular y simétrico en lo posible, y concordando con la estructura de la edificación. Evidenciado el cumplimiento de las directrices de la normativa.

El 14,29% de las constructoras consultadas, señalaron que el piso en ciertas secciones de la planta presenta irregularidades que afectan su simetría, pero que son mínimas y no representan una amenaza en la resistencia de la edificación contra sismos. Pero a pesar que la irregularidad sea mínima, representan un fallo en los requerimientos de la NEC-SE-VIVIENDA.

Bajo la misma premisa, se buscó conocer la presencia de irregularidades geométricas en el alzado de la segunda planta, ya que la normativa establece que, si la estructura presenta una forma irregular en la elevación, podrá suponer una descomposición de la estructura durante un movimiento sísmico.

Pregunta 58. ¿La vivienda presenta irregularidades geométricas en la elevación?



**Figura 66** – Gráfico de Irregularidad en Elevación  
Fuente: SPSS

El 88,10% de las constructoras que desarrollan viviendas de dos plantas, consideran que la elevación no presenta irregularidades o formas aisladas de la estructura base de la edificación, como se puede apreciar en la Figura 66.

Solo 11,90% de las consultadas, señalaron presentar ciertos elementos irregulares y que presentan elementos en la elevación separados de la estructura base; algunas de dichas constructoras indicaron que los elementos alteran la geometría de la edificación, pero no perturban la estabilidad y resistencia de la misma.

En la siguiente tabla, se presenta el cálculo de las frecuencias según los datos recabados en la presente sección.

**Tabla 22** - Frecuencias de la Normativa de Vivienda de 2 pisos

	Frecuencia absoluta		Frecuencia relativa		Media
	Cumplimiento	Incumplimiento	Cumplimiento	Incumplimiento	
Configuración Estructural	110	16	87,3%	12,7%	Cumple
Pórticos anclados a los cimientos	99	27	78,6%	21,4%	Cumple
Continuidad de los Pórticos	112	14	88,9%	11,1%	Cumple
Sistema de Piso	108	18	85,7%	14,3%	Cumple
Geometría en la elevación	108	18	85,7%	14,3%	Cumple
	<b>99</b>	<b>27</b>	<b>79%</b>	<b>21%</b>	

Elaboración propia

De acuerdo a los datos calculados y presentados en la Tabla 22, se estimó que aproximadamente el 21% de las empresas constructoras en el Distrito Metropolitano de Quito que desarrollan edificaciones residenciales de hasta 2 pisos, incumplen una o más directrices de la NEC-SE-VIVIENDA.

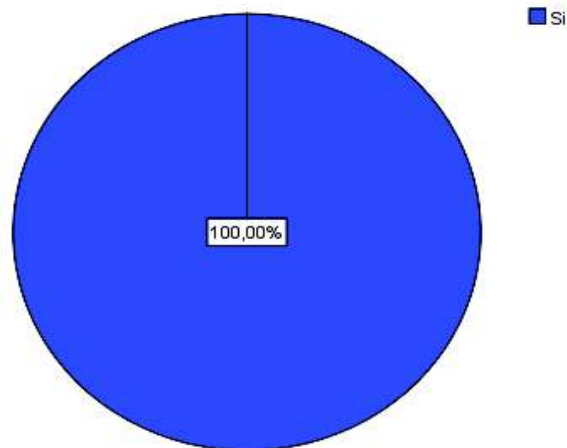
#### **4.1.11. Materiales de Vidrio**

En la presente sección se buscó las características y metodologías empleadas por las constructoras en la aplicación de materiales de vidrio en el desarrollo de sus edificaciones.

La aplicación de vidrio en la construcción, corresponde a la sección de habitabilidad y salud de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, y a través del capítulo NEC-HS-VIDRIO se establece los requisitos que deben cumplir las constructoras sobre su aplicación.

Lo primero que se buscó identificar en la proporción de las empresas constructoras que emplean este tipo de material en el desarrollo de sus edificaciones:

Pregunta 59. ¿Las edificaciones desarrolladas presentan vidrios?

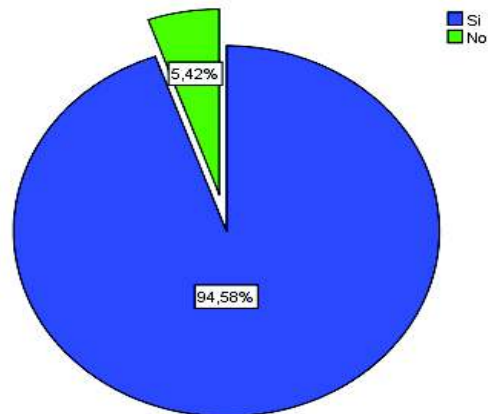


**Figura 67** – Gráfico de Aplicación de Vidrios  
Fuente: SPSS

Se determinó que la totalidad de las constructoras consultadas aplican materiales de vidrios en la construcción de sus edificaciones, como se puede apreciar en la Figura 67.

Luego se les consulto a las constructoras que si los materiales de vidrios aplicados en sus edificaciones, presentan características de seguridad y concuerda con los requerimientos de la NEC-HS-VIDRIO.

Pregunta 60. ¿Los vidrios aplicados en la edificación cumplen con los parámetros de seguridad?



**Figura 68** – Gráfico de Seguridad de Vidrios  
Fuente: SPSS

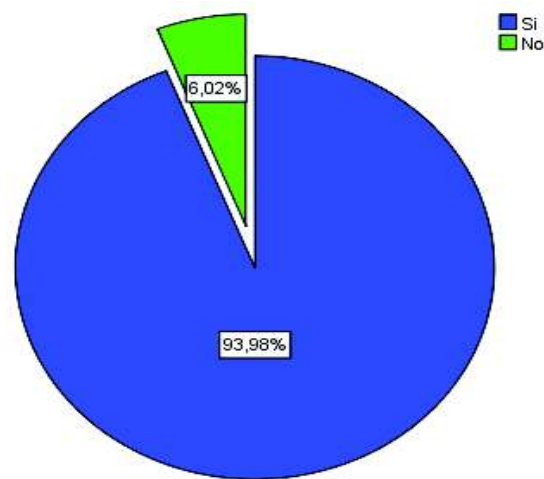
Se determinó según la Figura 68 que el 94,85% de las constructoras consultadas consideran que los materiales de vidrios empleados en la construcción de sus

edificaciones, proporcionan la mayor seguridad para los ocupantes, y cumplen con los parámetros establecidos en la NEC-HS-VIDRIO.

En cambio, un 5,42% presentan dudas o inseguridad sobre las características de calidad de los vidrios empleados, evidenciando un fallo en la normativa.

La normativa además señala que uno de los requisitos indispensables y que se deben de tomar en consideración al momento de seleccionar materiales de vidrios para ser aplicados en la construcción, son sus capacidades de estanquidad al agua y permeabilidad al aire. Por tal motivo, se buscó identificar si dichos requisitos son cumplidos por las constructoras consultadas.

Pregunta 61. ¿Los vidrios aplicados en la edificación presentan características de estanquidad al agua?



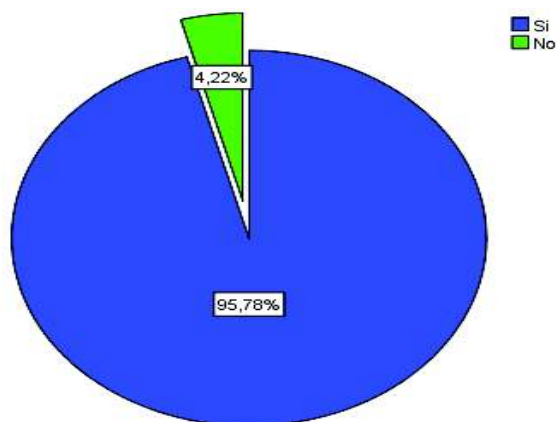
**Figura 69** – Gráfico de Estanduidad al Agua  
Fuente: SPSS

Como se puede apreciar en la Figura 69, el 93,98% de las constructoras seleccionan vidrios con cualidades de estanquidad al agua para garantizar que el agua no ingrese a partes no previstas o no deseables en la edificación.

Sin embargo, un 6,02% de las consultadas evidenciaron presentar indecisiones sobre la capacidad del vidrio seleccionado para impedir la entrada de agua, y que seleccionaron los vidrios por los precios económicos y no por las características del mismo; lo cual evidencia un incumplimiento de los requerimientos de la NEC-HS- VIDRIO.

Luego se indagó en las capacidades de permeabilidad al aire de los vidrios seleccionados por las constructoras, al momento de desarrollar una edificación.

Pregunta 62. ¿Los vidrios aplicados en la edificación presentan características de permeabilidad del aire?



**Figura 70** – Gráfico de permeabilidad del aire  
Fuente: SPSS

Se evidenció un comportamiento similar con respecto a lo demostrado sobre la estanquidad al agua en la Figura 69; ya que como se puede apreciar en la Figura 70, el 95,78% de las constructoras consultadas señalan que los materiales de vidrios empleados en sus edificaciones presentan características de resistencia a las cargas de viento y dificultan la infiltración de aire.

A continuación se detalla los datos obtenidos en la presente sección, y la frecuencia de cumplimiento e incumplimiento de las compañías constructoras sobre los lineamientos de la NEC-HS- VIDRIO.

**Tabla 23** - Frecuencias de la Normativa de Materiales de Vidrio

	Frecuencia absoluta		Frecuencia relativa		Media
	Cumplimiento	Incumplimiento	Cumplimiento	Incumplimiento	
Parámetros de Seguridad	157	9	94,6%	5,4%	Cumple
Estanquidad al agua	156	10	94,0%	6,0%	Cumple
Permeabilidad del aire	159	7	95,8%	4,2%	Cumple
	<b>156</b>	<b>10</b>	<b>94%</b>	<b>6%</b>	

Elaboración propia

Se puede apreciar en la Tabla 23, los incumplimientos determinados en la sección de materiales de vidrio, donde se logró estimar que un 6% de las empresas constructoras en

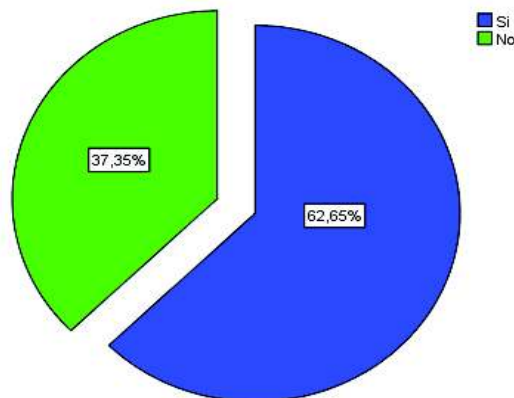
el Distrito Metropolitano de Quito, emplean vidrios en edificaciones que no cumplen con los parámetros mínimos establecidos en la NEC-HS-VIDRIO.

#### 4.1.12. Accesibilidad Universal

A través de la siguiente serie de pregunta, se buscó identificar las características generales de los elementos y espacios del medio físico de las edificaciones y que son de accesibilidad universal de todas las personas; e identificar si cumple con las normas establecidas en la NEC-HS-AU.

Lo primero que se buscó identificar es cuales edificaciones desarrolladas por las constructoras, presentan entornos y elementos con acceso al público independientemente del dominio de la propiedad, como espacios de uso común.

Pregunta 63. ¿La edificación presenta puntos de concentración y/o espacios de uso público?



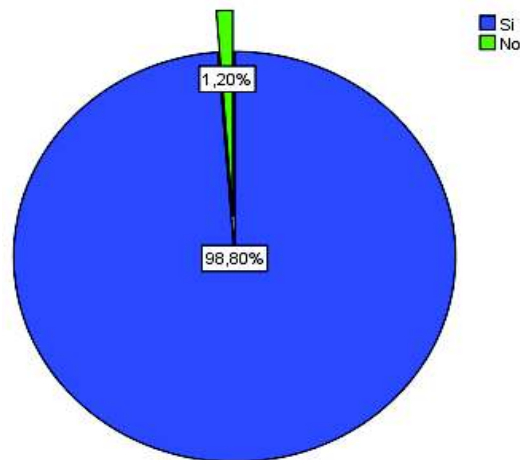
**Figura 71** – Gráfico de Espacios de Uso Público  
Fuente: SPSS

Se identificó de acuerdo a la Figura 71, que solo 62,65% de las constructoras consultadas desarrollan puntos de concentración o espacios públicos para uso comunal, dentro de los límites de la edificación.

Una vez identificado las edificaciones que presentan puntos de accesibilidad universal, se procedió a consultar si las mismas presentan las características básicas de uso y ocupación para las personas que acceden a la misma, según lo establecido en la NEC-HS-AU.



¿La edificación presenta las características básicas de uso y ocupación para las personas que accedan a la misma?



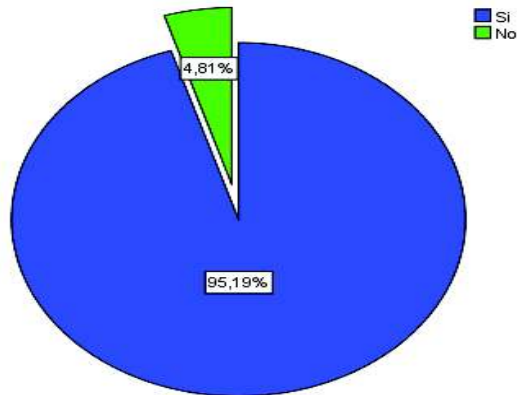
**Figura 72** – Gráfico de Características de Uso Público  
Fuente: SPSS

Se determinó de acuerdo a la Figura 72 que casi la totalidad de las constructoras que desarrollan espacios públicos en sus edificaciones, consideran que dichos puntos de accesibilidad pública presentan todas las características necesarias para garantizar un adecuado desplazamiento y convivencia de las personas internas o externas de la edificación.

Solo un 1,20% de las constructoras, aceptaron que sus edificaciones no presentan todas las características que facilitan la accesibilidad universal o el desplazamiento en los espacios de la edificación, evidenciando un incumplimiento de la NEC-HS-AU.

Luego se buscó conocer si los puntos de concentración y/o espacios de uso público de las edificaciones, presentan elementos que facilitan su accesibilidad, como: pasillos, aceras, pasos peatonales y escaleras.

Pregunta 65. ¿Los puntos de concentración y/o espacios de uso público presentan elementos que facilitan su accesibilidad?



**Figura 73** – Gráfico de Elementos de Accesibilidad  
Fuente: SPSS

Se identificó en la Figura 73, que a pesar que casi la totalidad de las constructoras consultadas cumplen con las características mínimas sobre puntos de concentración o espacios públicos para uso comunal; al consultar si los puntos presentan los elementos que facilitarían el desplazamiento de las personas entre dichos espacios, se puede apreciar que el porcentaje de cumplimiento disminuye un 3,61%, presentado una participación de cumplimiento del 95,19. Lo que permite determinar que el porcentaje real de incumplimiento por parte de las empresas constructoras sobre la NEC-HS-AU es del 4,81%.

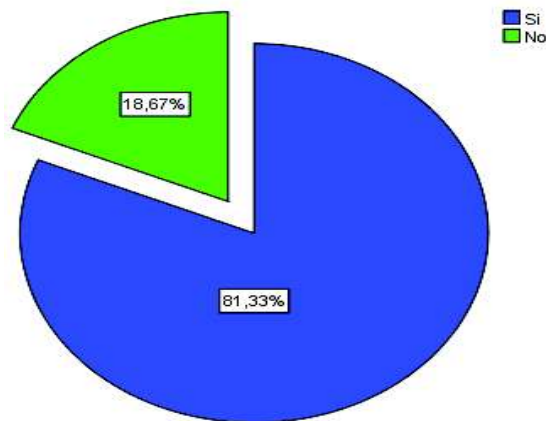
#### **4.1.13. Contra Incendios**

A través de las siguientes preguntas, se busca identificar el cumplimiento de las constructoras sobre los requisitos mínimos seguridad contra los incendios en las edificaciones.

La NEC-HS-CI, define las normativas que debe aplicarse al diseño y construcción de edificaciones para garantizar la seguridad de sus ocupantes ante escenarios de incendios.

Lo primero que se buscó identificar, según criterio de las constructoras consultadas es la capacidad de sus edificaciones para garantizar seguridad y protección contra incendios a sus ocupantes.

Pregunta 66. ¿La edificación provee seguridad y protección contra incendios?

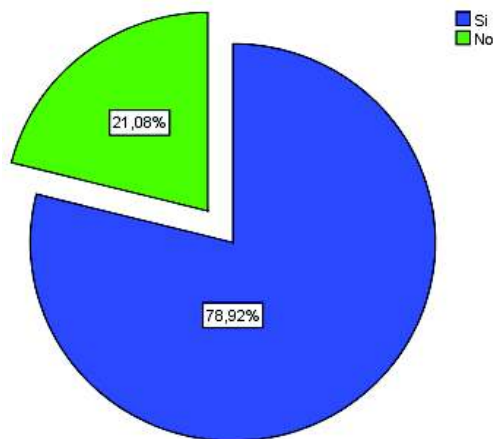


**Figura 74** – Gráfico de Seguridad y Protección Contra Incendios  
Fuente: SPSS

Según la Figura 74, se identificó que el 81,33% de las empresas constructoras consultadas, consideran que sus edificaciones proveen la suficiente seguridad y protección a sus ocupantes contra escenarios de incendios. Mientras que el 18,67%, señalaron que efectivamente sus edificaciones no fueron desarrolladas contemplando la seguridad de sus ocupantes contra posibles incendios, y no tomaron en cuenta las consideraciones establecidas en la NEC-HS-CI.

Luego se buscó conocer si durante el diseño de la estructura de la edificación, se contempló accesos que facilitarían la posibilidad de supervivencia de sus ocupantes durante un escenario de incendio.

Pregunta 67. ¿La edificación presenta una estructura que facilita la posibilidad de supervivencia de sus ocupantes en caso de incendios?

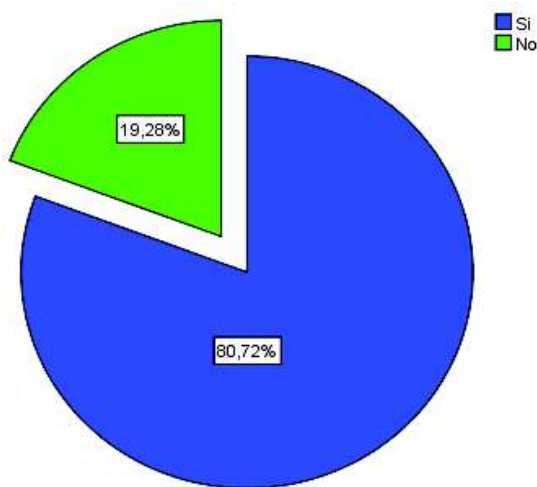


**Figura 75** – Gráfico de Estructura contra Incendios  
Fuente: SPSS

De acuerdo con la Figura 75, el 78,92% de las constructoras consultadas desarrollan en sus edificaciones ambientes que posibilitan la supervivencia de sus ocupantes durante un caso de incendio, concordando con las consideraciones mínimas establecidas por la normativa. Pero el 21,08% de los consultados, señalaron no de emplear este tipo de acceso en sus edificaciones ya que no la consideran viable, es importante resaltar que dichos consultados se especializan en el desarrollo de viviendas, y según sus opiniones; las características residenciales de la edificación no permiten la posibilidad de crear un ambiente que posibilite la supervivencia de sus ocupantes, pero de igual forma representan un incumplimiento a los requisitos de la NEC-HS-CI.

Con la finalidad de estimar el incumplimiento real de las constructoras sobre la NEC-HS-CI, se consultó sobre la aplicación de sistemas contra incendios en sus edificaciones, como: detectores, alarmas y agentes de extinción.

Pregunta 68. ¿La edificación presenta un sistema contra incendios?



**Figura 76** – Gráfico de Sistema contra Incendios  
Fuente: SPSS

Se puede apreciar en la Figura 76, que un 80,72% de las constructoras consultadas, disponen en sus edificaciones sistemas contra incendios como medidas para proteger la seguridad de sus ocupantes contra las acciones generadas por el fuego. Mientras que un 19,28% de los encuestados, señalaron no aplicar este tipo de sistema de seguridad en sus edificaciones, lo que representa un riesgo a la vida de sus ocupantes en escenarios de incendio.

**Tabla 24 - Frecuencias de la Normativa de Contra Incendios**

	Frecuencia absoluta		Frecuencia relativa		Media
	Cumplimiento	Incumplimiento	Cumplimiento	Incumplimiento	
Parámetros de Seguridad	135	31	81,3%	18,7%	Cumple
Estanquidad al agua	131	35	78,9%	21,1%	Cumple
Permeabilidad del aire	134	32	80,7%	19,3%	Cumple
	<b>131</b>	<b>35</b>	<b>79%</b>	<b>21%</b>	

Elaboración propia

Según los datos calculados sobre la frecuencia de incumplimiento y presentados en la Tabla 24, se estimó que aproximadamente el 21% de las empresas constructoras en el Distrito Metropolitano de Quito que desarrollan edificaciones que incumplen con las condiciones establecidas en la NEC-HS-CI.

## 4.2. Discusión

A continuación, se presenta en la Tabla 25 un resumen de las frecuencias absolutas y relativas calculadas y determinadas en cada uno de los apartados de la Norma Ecuatoriana de Construcción.

**Tabla 25 – Frecuencia de la Norma Ecuatoriana de la Construcción**

Descripción	Frecuencia absoluta		Frecuencia relativa	
	Cumplimiento	Incumplimiento	Cumplimiento	Incumplimiento
Cargas No Sísmicas	139	27	84%	16%
Diseño Sismo Resistentes	-	-	-	-
Evaluación y Rehabilitación Estructuras	-	-	-	-
Geotécnia y Cimentaciones	145	21	87%	13%
Estructuras de Hormigón	124	33	79%	21%
Estructuras de Acero	114	44	72%	28%
Mampostería Estructural	92	13	88%	12%
Estructuras de Madera	27	6	82%	18%
Estructuras de Guadúa	-	-	-	-
Viviendas de 2 Pisos	99	27	79%	21%
Vidrio	156	10	94%	6%
Accesibilidad Universal	99	5	95%	5%
Contra Incendios	131	35	79%	21%
			<b>72%</b>	<b>28%</b>

Elaboración propia

Al reunirse con las empresas o compañías pertenecientes a la industria de la construcción, lo primero que se consultó fue el cumplimiento de la Norma Ecuatoriana de Construcción por parte de ella, donde casi la totalidad de las mismas comentaron o confirmaron el cumplimiento de la normativa; lo cual no representó una sorpresa, ya que a primera instancia las constructoras no van a confirmar el incumplimiento de los principales requerimientos y metodologías que rigen el desarrollo de edificaciones en el territorio nacional.

Un comportamiento semejante se presentó al consultar sobre la aplicación de diseños sísmo resistente en el desarrollo de edificaciones, donde solo un 1,20% del total de la muestra (166) aceptaron no cumplir con este requerimiento particular; pero dicho resultado no evidencia el verdadero incumplimiento de la normativa, ya que la Norma Ecuatoriana de la Construcción comprende varios capítulos que definen los lineamientos o requerimientos obligatorios que buscan garantizar la seguridad estructural de una edificación ante eventos sísmicos y garantizar la seguridad de sus ocupantes. Por lo cual, se requirió indagar minuciosamente en los detalles de estos capítulos, para lograr determinar el cumplimiento real que presentan las industrias de la construcción, o la falta de consideración que tienen sobre las distintas normas que conforman los capítulos de la NEC.

Es por ello, que al consultar sobre variables o detalles específicos de cada uno de los capítulos que conforman la Norma Ecuatoriana de la Construcción, se logró descubrir algunos elementos o acciones que representan un incumplimiento por parte de las empresas o compañías constructoras sobre los requerimientos y metodologías establecidas en dicha normativa, resultando en un aumento significativo en el porcentaje de incumplimiento por parte de las mismas, al compararlo con el 1,20% descubierto a primera instancia.

Solamente en el capítulo NEC-SE-AC sobre el desarrollo de estructuras de acero, se identificó el porcentaje de incumplimiento más alto, específicamente un 28% de las empresas o compañías constructoras consultadas, desconociendo ciertos requerimientos o metodologías que buscan garantizar la capacidad sísmo resistente en las edificaciones.

Otro porcentaje relevante de incumplimiento se determinó en las preguntas direccionadas a la normativa contra incendios; se determinó que un porcentaje relevante (21,08%) de compañías constructoras que desarrollan residencias, ignoran o no ven la importancia de

la seguridad y protección contra incendios; lo que demostró la falta de importancia de estas compañías por brindar seguridad y bienestar a sus clientes u ocupantes.

Con respecto a la normativa de evaluación y rehabilitación de estructuras, el incumplimiento de su normativa solo aplica a las compañías constructoras que se especializan en desarrollan edificaciones esenciales o de ocupación especial, las cuales se determinó un cumplimiento del 100% por parte de las mismas. A pesar de la omisión de la normativa a las edificaciones residenciales, se identificó que un porcentaje significativo de constructoras dedicadas a la construcción de residencias o viviendas, desarrollan planes de verificación, rehabilitación y evaluación del desempeño sísmico para sus obras, a pesar de no ser exigida y obligatoria en la NEC-SE-RE.

También se logró determinar que las estructuras con guadua son mínimas en el Distrito Metropolitano de Quito; ya que, de las 166 compañías constructoras encuestadas, solo 3 señalaron desarrollar este tipo de estructura. Es por ello, que el porcentaje de incumplimiento de la NEC-SE-GUADÚA, no se tomó en consideración para determinar el incumplimiento final de las empresas o negocios de la construcción, por la poca participación que se registró.

Lo que significa que existe un porcentaje, de empresas o negocios de la industria de la construcción en el Distrito Metropolitano de Quito, que han omitido las normativas o requerimientos de la Normas Ecuatorianas de la Construcción y por lo tanto sus edificaciones no garantizan la seguridad estructural, para sus ocupantes. Aunque este porcentaje no es considerable o relevante, se estima que una cuarta parte de las empresas o compañías que pertenecen a la industria de la construcción en la ciudad de Quito, han incumplido, aunque sea uno de los requerimientos y metodologías definidas en la Norma Ecuatoriana de la Construcción.

## 5. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN

A continuación, se detallan las conclusiones y recomendaciones relacionadas con el cumplimiento de la Norma Ecuatoriana de la Construcción por parte de las compañías perteneciente a la industria de la construcción en el Distrito Metropolitano de Quito.

### 5.1. Conclusión

- Se identificó que la industria de la construcción, se especializa en el desarrollo de diferentes tipos de estructuras para edificaciones u obras, clasificadas por el tipo de material. Las cuales son de hormigón, acero, mampostería, madera y guadúa.
- Casi el 90% de las compañías que se dedican a la construcción realizan los respectivos estudios y evaluaciones de los suelos, subsuelos y de las cargas no sísmicas, antes de diseñar la estructura de una edificación. Demostrando así, gran parte de las constructoras realizan los respectivos análisis al sector, para determinar la resistencia del terreno y poder prevenir colapso de la edificación, por la inestabilidad del suelo.
- La mayoría de las edificaciones desarrolladas en el Distrito Metropolitano de Quito son residenciales, y presentan una altura no mayor de 4 pisos. Lo que significa, que gran parte de las edificaciones de la ciudad presentan un perfil urbanístico. Sin embargo, un 21% de las compañías constructoras especializadas en el desarrollo de este tipo de edificación, incumplen en parámetros y lineamientos establecidos en la Norma Ecuatoriana de la Construcción, que pueden perjudicar la integridad de la estructura y sus ocupantes.
- La Norma Ecuatoriana de la Construcción, no establece requerimiento y metodologías obligatorias de verificación, rehabilitación y evaluación de riesgo sísmico para edificaciones residenciales. Lo que justifica, por qué el 31,4% de las compañías constructoras no definen planes de mantenimiento y rehabilitación para este tipo de edificaciones.
- Las estructuras de hormigón y acero, son las que tienen mayor presencia en la industria de la construcción, desarrollado e implementado por el 95% de las



empresas constructoras de la ciudad. Además, los mayores porcentajes de incumplimiento por parte de dichas empresas, se presentan en los capítulos dedicados a este tipo de estructuras; donde el NEC-SE-HM presenta participación del 21,02% y la NEC-SE-AC un 27,85%.

- Se identificó que las estructuras desarrolladas con materiales naturales y orgánicos, como la madera y la guadúa; no presentan alta participación en la industria de la construcción en el Distrito Metropolitano de Quito. Solo 34 (20,5%) compañías de las 166 consultadas, señalaron desarrollar estructuras de madera; mientras que las estructuras desarrolladas con culmos de guadúa, presentan menos participación con solo el 1,8%. Evidenciando que el desarrollo de estructuras de edificaciones, con base de materiales orgánicos, como la madera y guadúa, son pocas veces empleados en la industria de la ciudad.
- Se identificó que aproximadamente el 28% de las compañías o empresas que se dedican a la construcción de edificaciones en el Distrito Metropolitano de Quito, han omitido o incumplido requerimientos obligatorios establecidos en la Norma Ecuatoriana de Construcción al momento de desarrollar una edificación.
- Para finalizar es importante resaltar que no se encontraron investigaciones o estudios similares al tema de la presente investigación, enfocados en identificar la probabilidad de incumplimiento de las compañías constructoras en el Distrito Metropolitano de Quito.

## 5.2. Recomendaciones

- Se recomienda que las entidades competentes de los municipios responsables de garantizar el cumplimiento de la Normas Ecuatorianas de la Construcción, realicen ensayos y evaluaciones específicas por capítulo, para constatar el cumplimiento de los requerimientos y metodologías; y donde no exista distinto por el tamaño de la constructora, donde todas las compañías que se dediquen a la actividad de la construcción, deben cumplir con las normativas correspondiente.
- Es importante que la aplicación de la Normas Ecuatorianas para la Construcción, no sean solo exigidas a las compañías o empresas dedicadas a la construcción, sino también a los promotores o propietarios del terreno; esto con la finalidad de disminuir el índice de viviendas o construcciones informales, las cuales son vulnerables antes fuertes fenómenos naturales y terremotos.
- Se recomienda que la normativa NEC-SE-RE, que establece los requerimientos y metodologías de verificación, rehabilitación y evaluación de riesgo sísmico en las edificaciones, sea obligatoria para las edificaciones residenciales.
- Se recomienda que el tema de la presente investigación sea expandido o ampliado a futuro trabajos de investigación, con la finalidad de inspeccionar el cumplimiento de las empresas o compañías constructoras; y extender el estudio a distintas ciudades del país.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Consejo Metropolitano de Quito. (2017). *Ordenanza de Reconocimiento*. Quito: Oficio No. 4608-STHV-2017 .

Angulo, E. (2012). *Selección de Muestra*. Obtenido de eumed.net:  
[http://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/eal/seleccion\\_muestra.html](http://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/eal/seleccion_muestra.html)

Arquigrafico. (07 de Febrero de 2018). *Que es una edificación sismo resistente*. Obtenido de Arquigrafico: <https://arquigrafico.com/es-una-edificacion-sismo-resistente/>

Asamblea Nacional Constituyente. (s.f.). *La Constitución*. Quito: Registro Oficial.

Bet, G. (2013). *Técnicas de Recolección de Datos*. UTIM.

Canaan, R. (Septiembre de 2016). *Los 9 Tipos de Métodos de Investigación Más Habituales*. Obtenido de Lifeder: <https://www.lifeder.com/tipos-metodos-de-investigacion/>

Chang, C. (2017). *Tendencia del Mercado de la Construcción en Quito-Ecuador*. Quito: UPC.

Dávila, J. (03 de Octubre de 2017). *Características de una casa sismorresistente*. Obtenido de Homify: [https://www.homify.com.mx/libros\\_de\\_ideas/4138804/8-caracteristicas-de-una-casa-sismorresistente](https://www.homify.com.mx/libros_de_ideas/4138804/8-caracteristicas-de-una-casa-sismorresistente)

Durán, S. (2017). *Cámara de la Industria de la Construcción*. Obtenido de CAMICON: <http://www.camicon.ec/camara-de-la-industria-de-la-construccion-advierte-sobre-construcciones-informales/>

Durán, S. (2017). *Oportunidades del Sector de la Construcción*. 2017: CAMICON.

Ecuador Inmediato. (15 de Diciembre de 2013). *Ecuador cuenta con nueva norma de construcción*. Obtenido de Ecuador Inmediato:  
[http://www.ecuadorinmediato.com/index.php?module=Noticias&func=news\\_user\\_view&id=2818752974](http://www.ecuadorinmediato.com/index.php?module=Noticias&func=news_user_view&id=2818752974)

Ekos. (2011). *Trayectoria del sector construcción*. Quito: Revista Ekos.

El Comercio. (Enero de 2017). *El 60% de las edificaciones son informales en el Distrito Metropolitano de Quito*. Obtenido de El Comercio: <http://www.elcomercio.com/actualidad/municipio-quito-regulacion-viviendas-informales.html>

El Telégrafo. (03 de Abril de 2018). *La construcción muestra leve mejoría después de 36 meses*. Obtenido de El Telégrafo: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/4/construccion-ecuador>

Fernández, I., Gómez, A., Rocío, N., Bonucci, Y., & Pavón, M. (2018). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de 97 edificaciones de la "Comuna Santa Clara de San Millán"*. Quito: Universidad Internacional SEK.

Gonzáles, C. E. (15 de Septiembre de 2017). *Las condiciones para que un edificio sea considerado como sismorresistente*. Obtenido de LR: <https://www.larepublica.co/infraestructura/las-condiciones-para-que-un-edificio-sea-considerado-como-sismorresistente-2548545>

González, J. (2015). Cálculo e interpretación del Alfa de Cronbach para el caso de validación de la consistencia interna de un cuestionario, con dos posibles escalas tipo Likert. *Revista Publicando ISSN 1390-9304*, 62-77.

Hincapié, S. (28 de Enero de 2014). *MÉTODOS, TIPOS Y ENFOQUES DE INVESTIGACIÓN*. Obtenido de <http://sanjahingu.blogspot.com/2014/01/metodos-tipos-y-enfoques-de.html>

ICQ. (2016). *TERREMOTO: INFORMALIDAD CONSTRUCTIVA E IMPACTOS EN EL DMQ*. Obtenido de Instituto de la Ciudad de Quito: <http://www.institutodelaciudad.com.ec/coyuntura-sicoms/103-terremoto-informalidad-constructiva-e-impactos-en-el-dmq.html>

INEC. (2016). *Directorio de Empresas*. Quito: Instituto Nacional de Estadística y Censos.

INEC. (2016). *Encuesta de Edificaciones 2016*. Quito: Instituto Nacional de Estadística y Censos.

Jácome, E. (Enero de 2017). *El 60% de las edificaciones son informales en el Distrito Metropolitano de Quito*. Obtenido de El comercio: <http://www.elcomercio.com/actualidad/municipio-quito-regulacion-viviendas-informales.html>

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda . (2014). *Mamposteria Estructural NEC-SE-MP*. Quito: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda .

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda . (2014). *Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-MD*. Quito: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda . (2015). *Contra Incendios - NEC-HS-CI*. Quito: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2014). *Acuerdo Ministerial 0028 del 19 de agosto del 2014*. Quito: Registro Oficial.

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2014). *Cargas (No Sísmicas) NEC-SE-CG*. Quito: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2014). *Estructuras de Acero NEC-SE-AC*. Quito: Diciembre.

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2014). *Estructuras de Hormigón Armado NEC-SE-HM*. Quito: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2014). *Geotécnia y Cimentaciones*. Quito: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2014). *Riesgo Sísmico , Evaluación, Rehabilitación de Estructuras*. Quito: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2014). *Vidrio NEC-HS-VIDRIO*. Quito: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2014). *Viviendas de Hasta 2 Pisos*. Quito: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.

- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2015). *Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-DS*. Quito: MIDUVI, Registro Oficial, Año II, Nro. 413.
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2016). *Accesibilidad Universal - NEC-HS-AU*. Quito: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2016). *Estructuras de Guadúa*. Quito: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (Agosto de 2018). *Estructura de la NEC*. Obtenido de Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/estructura-de-la-nec/>
- Ministerio Desarrollo Urbano y Vivienda. (2015). *Norma Ecuatoriana de la Construcción*. Quito: Registro Oficial N° 413.
- Ministerio Desarrollo Urbano y Vivienda. (Julio de 2018). *Norma Ecuatoriana de la Construcción*. Obtenido de Ministerio Desarrollo Urbano y Vivienda: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>
- Notímerica. (11 de Julio de 2016). *¿Por qué se producen terremotos en Ecuador?* Obtenido de Notímerica: <http://www.notimerica.com/sociedad/noticia-producen-tantos-terremotos-ecuador-20160417161113.html>
- Ocampo, L. (Abril de 2016). *El 60% de construcciones de Quito es informal*. Obtenido de El Telégrafo: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/ecuador/1/el-60-de-construcciones-de-quito-es-informal>
- Revista Ekos. (2017). Sector Construcción Inmobiliario. *Ekos*, 55.
- SONA. (2003). *Construcción de Casas Sismo Resistentes*. Colombia: Servicio Nacional de Aprendizaje.
- Soriano, A. M. (2014). Diseño y validación de instrumentos de medición. *ISSN 1996-1642, Editorial Universidad Don Bosco, año 8, No.13, 19-40*.

Wigodski, J. (14 de Junio de 2010). *Población y muestra*. Obtenido de Metodología de la Investigación: <http://metodologiaeninvestigacion.blogspot.com/2010/07/poblacion-y-muestra.html>

Yanez, D. (Agosto de 2018). *¿Qué es el Enfoque de la Investigación? Tipos Principales*. Obtenido de Lifeder.com: <https://www.lifeder.com/enfoque-investigacion/>

## **ANEXOS**





**FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS  
CUESTIONARIO PARA TRABAJO DE TITULACIÓN**

**CUESTIONARIO**

La presente herramienta facilitará recolectar la información necesaria para el desarrollo del trabajo de titulación “Análisis Investigativo del Cumplimiento de la Norma Ecuatoriana de la Construcción en la Industria de la Construcción del Distrito Metropolitano de Quito”.

Toda la información suministrada será de carácter confidencial y reservado, ya que los resultados serán utilizados únicamente para el desarrollo de la investigación.

**Cargas No Sísmicas NEC-SE-CG**

La presente serie de preguntas tienen la finalidad de determinar los aspectos generales en relación a las cargas que realizan las compañías de construcción

1. ¿La constructora realiza estudios de cargas antes del diseño estructural de la edificación?

SI  NO

2. ¿En el diseño estructural se consideran las cargas permanentes que presentará la edificación?

SI  NO

3. ¿En el diseño estructural se consideran las cargas variables que presentará la edificación?

SI  NO

**Cargas Sísmicas - NEC-SE-DS**

La presente serie de preguntas tienen la finalidad de determinar los aspectos generales de la edificación sísmo resistentes desarrolladas por la constructora.

4. ¿Qué tipo de edificación clasificaría la construcción?

Edificación Esencial (hospitales, clínicas, instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil y atención de emergencia)  
 Edificación de Ocupación Especial (Centros Comerciales, museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos, que albergan más de trescientas personas)  
 Otras Edificaciones (Edificios residenciales, casas, departamentos, oficinas, parques)

5. ¿Cómo clasificaría la altura de la edificación?

Menos de 2 pisos  2 a 4 pisos  4 a 7 pisos  Más de 7 pisos

6. ¿El diseño estructural de la edificación puede soportar las fuerzas estáticas y dinámicas generadas por un sismo?

SI  NO



**FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS**  
**CUESTIONARIO PARA TRABAJO DE TITULACIÓN**

7. ¿Considera que la construcción es simétrica en cada una de sus plantas?

- SI  NO

**Riesgo Sísmico, Evaluación, Rehabilitación de Estructuras - NEC-SE-RE**

Con la siguiente serie de preguntas, busca identificar la modalidad de rehabilitación sísmica en las edificaciones.

8. ¿Las edificaciones construidas por la compañía, cuentan con planes de mantenimiento y rehabilitación?

- SI  NO

9. ¿La compañía realiza rehabilitaciones por riesgos sísmicos a sus edificaciones?

- SI  NO

10. ¿Con que periodicidad realizan verificaciones y evaluaciones a las estructuras de la edificación?

- Cada año  Cada 2 años  Cada 5 años  Cada 7 años  Cada 10 años  
 Cada 15 años  Cada 20 años  Nunca

**Geotécnica y Cimentaciones - NEC-SE-GC**

La siguiente serie de preguntas, busca conocer de acuerdo a las opiniones de la constructora, las características del suelo donde se desarrolló la edificación.

11. ¿Qué tipo de perfil tiene el suelo donde se realizó la construcción?

- Roca Competente  Roca Blanda o Suelos Densos  Suelos Blandos  
 Roca de Rigidez Media  Suelos Rígidos  Suelos licuables, arcillas o de turbas

12. ¿La constructora realiza un estudio o evaluación del terreno previo a la construcción?

- SI  NO

13. ¿La constructora realiza una investigación de geotécnica y del subsuelo antes de diseñar la estructura de la edificación?

- SI  NO

14. ¿Cómo clasificaría la actividad sísmica en la zona de la edificación?

- Baja  Media  Alta  Muy Alta

**Estructura de Hormigón - NEC-SE-HM**

A través de las siguientes preguntas, se indaga sobre las características de las estructuras de hormigón que presentan las edificaciones de la constructora.

15. ¿La construcción presenta estructuras de hormigón?

- SI  NO



**FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS**  
**CUESTIONARIO PARA TRABAJO DE TITULACIÓN**

16. ¿Cómo clasificaría la estructura de hormigón armado de la construcción?

- Pórtico especial     Pórticos con vigas     Muros estructurales     Muros estructurales (Columnas y vigas banda) (Columnas y vigas banda)     Muros estructurales (Columnas y muros acoplados) (Columnas, muros estructurales y vigas de acople)

17. ¿Los materiales aplicados a la estructura de hormigón son resistentes a las mecánicas de construcción?

- SI     NO

18. ¿Los materiales aplicados a la estructura de hormigón son resistentes a agentes agresivos?

- SI     NO

19. ¿Los materiales aplicados a la estructura de hormigón son resistentes a la intemperie?

- SI     NO

20. ¿Cómo clasificaría los materiales áridos utilizados en la preparación del hormigón?

- Áridos gruesos     Áridos Finos

21. ¿Cómo clasificaría las formas de los áridos aplicados?

- Forma alargada y laminar     Forma esférica     Forma cúbica

22. ¿Cómo clasificaría el agua utilizada en la preparación del hormigón?

- Agua potable     Agua natural (consumo humano)     Agua blandas (deshielo de montañas o ríos)     Agua de mar

23. ¿La estructura de hormigón presenta refuerzos de acero?

- SI     NO

24. ¿El acero aplicado como refuerzo en la estructura de hormigón es corrugado?

- SI     NO

**Estructuras de Acero - NEC-SE-AC**

Con la siguiente serie de preguntas, se identifica las particulares del diseño y montaje de estructuras de acero en la construcción de una edificación

25. ¿La construcción presenta estructuras de acero?

- SI     NO

26. ¿Cómo clasificaría la estructura de acero de la construcción?

- Pórtico especiales     Pórticos especiales arriostrados concéntricamente     Pórticos arriostrados excéntricamente

27. ¿Qué tipo de acero utiliza la constructora en sus edificaciones?

- ASTM A36     ASTM A572     ASTM A588     ASTM A709     Otros



**FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS**  
**CUESTIONARIO PARA TRABAJO DE TITULACIÓN**

28. ¿La constructora cuenta con Inspectores de soldadura?  
 SI  NO
29. ¿La constructora realiza una inspección antes, durante y después de la soldadura?  
 SI  NO
30. ¿Lo constructora desarrolla planos estructurales y especificaciones para el proceso de soldadura?  
 SI  NO
31. ¿Qué tipo barras de respaldo utilizó la constructora en las uniones viga-columna?  
 Barras de Respaldo en Placas  Barras de Respaldo en el Ala Inferior de la Viga  Barras de Respaldo en el Ala superior de la viga
32. ¿Las barras de respaldo son removidas luego de la soldadura?  
 SI  NO

**Mampostería Estructural - NEC-SE-MP**

Las presentes preguntas están enfocadas en determinar las características de las estructuras de mampostería aplicadas por la constructora.

33. ¿La construcción presenta estructuras de mampostería?  
 SI  NO
34. ¿Cómo clasificaría la estructura de mampostería de la construcción?  
 Simple  Armada  Confinada
35. ¿Qué tipos de piezas de mampostería aplica la constructora en sus edificaciones?  
 Piezas de arcilla  Piezas silicio – calcáreas  Piezas de hormigón
36. ¿Qué tipo de morteros de pega utiliza la constructora para la mampostería?  
 Mortero fino  Mortero grueso  Otros
37. ¿Qué tipo de cal utiliza la constructora para la preparación del mortero?  
 Cal viva  Cal seca  Cal hidratada
38. ¿Qué tipo de agua aplica la constructora para la elaboración del mortero de pega?  
 Agua potable  Agua salada  Agua residual  Agua dulce
39. ¿Las estructuras de mampostería de la edificación están reforzadas?  
 SI  NO



**FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS**  
**CUESTIONARIO PARA TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Estructuras de Madera - NEC-SE-MD**

Con la presente serie de preguntas, se busca conocer los aspectos generales de la estructuras de madera que aplica la constructora en el desarrollo de sus edificaciones.

40. ¿La construcción presenta estructuras de madera?  
 SI  NO
41. ¿Qué tipo de madera utiliza para las estructuras?  
 Aserradas  Laminada  Rollizas  Blandas  Otras
42. ¿La estructura de madera se encuentra expuesta al aire libre?  
 SI  NO
43. ¿Cómo clasificaría la durabilidad natural de la estructura de madera?  
 Altamente resistentes  Resistentes  Moderadamente resistentes  Muy poco resistentes  No resistentes
44. ¿La estructura de madera presenta sustancias preservantes?  
 SI  NO
45. ¿Qué tipo de preservantes presenta la estructura de madera?  
 Creosotas (ordinaria, líquida, mezclas)  Oleosolubles u orgánicos (pentaclorofenol, naftenato de cobre o de zinc)  Hidrosolubles o inorgánicos (sal simple, sal doble, multisal tipo CCA o CCB)
46. ¿Cómo clasificaría el tratamiento de la madera aplicada en la construcción?  
 Fácil de tratar  Moderadamente tratable  Difícil de tratar
47. ¿Los elementos metálicos aplicados en la estructura de madera son anti-corrosivos?  
 SI  NO

**Estructuras de Guadúa - NEC-SE-GUADÚA**

La presente serie de preguntas, busca identificar los aspectos generales de la estructuras de guadúa que aplican la constructora en el desarrollo de sus edificaciones.

48. ¿La construcción presenta estructuras de guadúa?  
 SI  NO
49. ¿La guadúa que utilizan para las estructuras es humedad?  
 SI  NO
50. ¿Los culmos de guadúa presentan deformaciones longitudinales?  
 SI  NO
51. ¿Los culmos de guadúa presentan grietas longitudinales?  
 SI  NO



FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS  
CUESTIONARIO PARA TRABAJO DE TITULACIÓN

52. ¿La estructura de guadúa presentan sustancias preservantes?

- SI  NO

¿Qué tipo de preservantes presenta la estructura de guadúa?

- Creosotas (ordinaria, líquida, mezclas)  Oleosolubles u orgánicos (pentaclorofenol, naftenato de cobre o de zinc)  Hidrosolubles o inorgánicos (sal simple, sal doble, multisal tipo CCA o CCB)

Viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5m - NEC-SE-VIVIENDA:

La presente serie de preguntas, busca identificar los aspectos generales de viviendas que hasta dos pisos

53. ¿Las edificaciones realizadas clasificarían como viviendas de hasta 2 pisos?

- SI  NO

54. ¿La configuración estructural de las viviendas es eficiente frente actividad sísmica?

- SI  NO

55. ¿Los pórticos y muros de la vivienda están anclados a la cimentación?

- SI  NO

56. ¿Los pórticos y muros de la vivienda presentan continuidad entre la cimentación y el muro inmediatamente superior?

- SI  NO

57. ¿El sistema de piso de la vivienda es regular y simétrico en cada planta?

- SI  NO

58. ¿La vivienda presenta irregularidades geométricas en la elevación?

- SI  NO

Vidrio - NEC-HS-VIDRIO:

La presente serie de preguntas, busca identificar los aspectos generales en la aplicación de vidrios en la construcción de una edificación.

59. ¿Las edificaciones desarrolladas presentan vidrios?

- SI  NO

60. ¿Los vidrios aplicados en la edificación cumplen con los parámetros de seguridad?

- SI  NO

61. ¿Los vidrios aplicados en la edificación presentan características de estanquidad al agua?

- SI  NO

62. ¿Los vidrios aplicados en la edificación presentan características de



**FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS**  
**CUESTIONARIO PARA TRABAJO DE TITULACIÓN**

**permeabilidad del aire?**

- SI  NO

**Accesibilidad Universal - NEC-HS-AU**

La presente serie de preguntas, busca identificar los aspectos generales de los elementos y espacios del medio físico, que son de accesibilidad universal de todas las personas en los entornos construidos.

63. ¿La edificación presenta puntos de concentración y/o espacios de uso público?

- SI  NO

64. ¿La edificación presenta las características básicas de uso y ocupación para las personas que accedan a la misma?

- SI  NO

65. ¿Los puntos de concentración y/o espacios de uso público presentan elementos que facilitan su accesibilidad?

- SI  NO

**Contra Incendios – NEC-HS-CI**

Por medio de las presentes preguntas, se busca identificar las características de seguridad de la vida humana contra el fuego en las edificaciones.

66. ¿La edificación provee seguridad y protección contra incendios?

- SI  NO

67. ¿La edificación presenta una estructura que facilita la posibilidad de supervivencia de sus ocupantes en caso de incendios?

- SI  NO

68. ¿La edificación presenta un sistema contra incendios?

- SI  NO

## Anexo II - Tablas de Resultados

1. ¿La constructora realiza estudios de cargas antes del diseño estructural de la edificación?

**Tabla 26** – Estudios de Cargas no Sísmicas

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	157	94,6
No	9	5,4
<b>Total</b>	<b>166</b>	<b>100,0</b>

Elaboración propia

2. ¿En el diseño estructural se consideran las cargas permanentes que presentará la edificación?

**Tabla 27** – Estudios de Cargas Permanentes

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	147	88,6
No	19	11,4
<b>Total</b>	<b>166</b>	<b>100,0</b>

Elaboración propia

3. ¿En el diseño estructural se consideran las cargas variables que presentará la edificación?

**Tabla 28** – Estudios de Cargas Variables

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	139	83,7
No	27	16,3
<b>Total</b>	<b>166</b>	<b>100,0</b>

Elaboración propia

4. ¿Qué tipo de edificación clasificaría la construcción?

**Tabla 29** – Tipo de Edificación

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Edificación Esencial	14	8,4
Edificación de Ocupación Especial	23	13,9
Otras Edificaciones	129	77,7
<b>Total</b>	<b>166</b>	<b>100,0</b>

Elaboración propia

5. ¿Cómo clasificaría la altura de la edificación?

**Tabla 30** – Altura de Edificación

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Menos de 2 pisos	67	40,4
2 a 4 pisos	79	47,6
4 a 7 pisos	17	10,2
Más de 7 pisos	3	1,8
<b>Total</b>	<b>166</b>	<b>100,0</b>

Elaboración propia



6. ¿El diseño estructural de la edificación puede soportar las fuerzas estáticas y dinámicas generadas por un sismo?

**Tabla 31 – Diseño Estructural Sismo Resistente**

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	157	94,6
No	9	5,4
<b>Total</b>	<b>166</b>	<b>100,0</b>

Elaboración propia

7. ¿Considera que la construcción es simétrica en cada una de sus plantas?

**Tabla 32 – Edificación Simétrica**

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	157	94,6
No	9	5,4
<b>Total</b>	<b>166</b>	<b>100,0</b>

Elaboración propia

8. ¿Las edificaciones construidas por la compañía, cuentan con planes de mantenimiento y rehabilitación?

**Tabla 33 – Planes de Mantenimiento y Rehabilitación**

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	110	66,3
No	56	33,7
<b>Total</b>	<b>166</b>	<b>100,0</b>

Elaboración propia

9. ¿La compañía realiza rehabilitaciones por riesgos sísmicos a sus edificaciones?

**Tabla 34 – Mantenimiento y Rehabilitación por Riesgo Sísmico**

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	113	68,1
No	53	31,9
<b>Total</b>	<b>166</b>	<b>100,0</b>

Elaboración propia

10. ¿Con que periodicidad realizan verificaciones y evaluaciones a las estructuras de la edificación?

**Tabla 35 – Periodicidad Mantenimiento y Rehabilitación**

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Cada 5 años	12	7,2
Cada 7 años	23	13,9
Cada 10 años	39	23,5
Cada 15 años	29	17,5
Cada 20 años	10	6,0
<b>Total</b>	<b>113</b>	<b>68,1</b>
Ausentes	53	31,9

Elaboración propia

11. ¿Qué tipo de perfil tiene el suelo donde se realizó la construcción?

**Tabla 36** – Perfil del Suelo

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Tipo A - Roca Competente	123	74,1
Tipo B - Roca Blanda o Suelos Densos	14	8,4
Tipo C - Suelos Blandos	4	2,4
Tipo E - Roca de Rigidez Media	4	2,4
Tipo F - Suelos Rígidos	21	12,7
<b>Total</b>	<b>166</b>	<b>100,0</b>

Elaboración propia

12. ¿La constructora realiza un estudio o evaluación del terreno previo a la construcción?

**Tabla 37** – Evaluación del terreno

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	151	91,0
No	15	9,0
<b>Total</b>	<b>166</b>	<b>100,0</b>

Elaboración propia

13. ¿La constructora realiza una investigación de geotécnica y del subsuelo antes de diseñar la estructura de la edificación?

**Tabla 38** – Estudio de geotécnica y del subsuelo

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	145	87,3
No	21	12,7
<b>Total</b>	<b>166</b>	<b>100,0</b>

Elaboración propia

14. ¿Cómo clasificaría la actividad sísmica en la zona de la edificación?

**Tabla 39** – Actividad Sísmica

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Baja	7	4,2
Media	131	78,9
Alta	28	16,9
<b>Total</b>	<b>166</b>	<b>100,0</b>

Elaboración propia

15. ¿La construcción presenta estructuras de hormigón?

**Tabla 40** – Estructura de Hormigón

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	157	94,6
No	9	5,4
<b>Total</b>	<b>166</b>	<b>100,0</b>

Elaboración propia

16. ¿Cómo clasificaría la estructura de hormigón armado de la construcción?

**Tabla 41** – Clasificación de la estructura de hormigón

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Pórtico especial	14	8,92
Pórticos con vigas banda	13	8,28
Muros estructurales	88	56,05
Muros estructurales acoplados	42	26,75
<b>Total</b>	<b>157</b>	<b>100</b>
Ausentes	9	-

Elaboración propia

17. ¿Los materiales aplicados a la estructura de hormigón son resistentes a las mecánicas de construcción?

**Tabla 42** – Resistencia de los materiales

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	134	85,3
No	23	14,7
<b>Total</b>	<b>157</b>	<b>100,0</b>
Ausente	9	-

Elaboración propia

18. ¿Los materiales aplicados a la estructura de hormigón son resistentes a agentes agresivos?

**Tabla 43** – Resistencia de los materiales a agentes agresivos

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	124	78,9
No	33	21,1
<b>Total</b>	<b>157</b>	<b>100,00</b>
Ausente	9	-

Elaboración propia

19. ¿Los materiales aplicados a la estructura de hormigón son resistentes a la intemperie?

**Tabla 44** – Resistencia de los materiales al intemperie

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	145	92,4
No	12	7,6
<b>Total</b>	<b>157</b>	<b>100,0</b>
Ausente	9	-

Elaboración propia

20. ¿Cómo clasificaría los materiales áridos utilizados en la preparación del hormigón?

**Tabla 45** – Materiales aplicados a la estructura de hormigón

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Áridos gruesos	90	57,3
Áridos Finos	67	42,7
<b>Total</b>	<b>157</b>	<b>100,00</b>
Ausente	9	-

Elaboración propia

21. ¿Cómo clasificaría las formas de los áridos aplicados?

**Tabla 46** – Formas de los áridos aplicados

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Forma alargada y laminar	10	6,4
Forma esférica	20	12,7
Forma cúbica	127	80,9
<b>Total</b>	<b>157</b>	<b>100,0</b>
Ausente	9	-

Elaboración propia

22. ¿Cómo clasificaría el agua utilizada en la preparación del hormigón?

**Tabla 47** – Agua utilizada en la preparación del hormigón

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Agua potable	127	80,9
Agua natural	24	15,3
Agua blandas	6	3,8
<b>Total</b>	<b>157</b>	<b>100,0</b>
Ausente	9	-

Elaboración propia

23. ¿La estructura de hormigón presenta refuerzos de acero?

**Tabla 48** – Refuerzo de acero

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	134	85,3
No	23	14,7
<b>Total</b>	<b>157</b>	<b>100,0</b>
Ausente	9	-

Elaboración propia

24. ¿El acero aplicado como refuerzo en la estructura de hormigón es corrugado?

**Tabla 49** – Acero corrugado aplicado a la estructura de hormigón

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	118	88,1
No	16	11,9
<b>Total</b>	<b>134</b>	<b>100,0</b>
Ausente	32	-

Elaboración propia

25. ¿La construcción presenta estructuras de acero?

**Tabla 50** – Estructura de acero

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	158	95,2
No	8	4,8
<b>Total</b>	<b>166</b>	<b>100,0</b>

Elaboración propia

26. ¿Cómo clasificaría la estructura de acero de la construcción?

**Tabla 51** – Clasificación de la estructura de acero

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Pórtico especiales	36	22,8
Pórticos especiales arriostrados concéntricamente	81	51,3
Pórticos arriostrados excéntricamente	41	25,9
<b>Total</b>	<b>158</b>	<b>100,0</b>
Ausentes	8	-

Elaboración propia

27. ¿Qué tipo de acero utiliza la constructora en sus edificaciones?

**Tabla 52** – Tipo de acero

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
ASTM A36	82	51,9
ASTM A572	37	23,4
ASTM A588	21	13,3
ASTM A709	7	4,4
Otros	11	6,9
<b>Total</b>	<b>158</b>	<b>100,0</b>
Ausentes	8	-

Elaboración propia

28. ¿La constructora cuenta con Inspectores de soldadura?

**Tabla 53** – Inspector de soldadura

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	139	88,0
No	19	12,0
<b>Total</b>	<b>158</b>	<b>100,0</b>
Ausentes	8	-

Elaboración propia

29. ¿La constructora realiza una inspección antes, durante y después de la soldadura?

**Tabla 54** – Inspección en el proceso de soldadura

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	133	84,2
No	25	15,8
<b>Total</b>	<b>158</b>	<b>100,0</b>
Ausentes	8	-

Elaboración propia

30. ¿Lo constructora desarrolla planos estructurales y especificaciones para el proceso de soldadura?

**Tabla 55** – Aplicación de planos estructurales

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	114	72,2
No	44	27,8
<b>Total</b>	<b>158</b>	<b>100,0</b>
Ausentes	8	-

Elaboración propia

31. ¿Qué tipo barras de respaldo utilizó la constructora en las uniones viga-columna?

**Tabla 56** – Tipos de barras de respaldo

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Barras de Respaldo en Placas de Continuidad	40	25,3
Barras de Respaldo en el Ala Inferior de la Viga	92	58,2
Barras de Respaldo en el Ala superior de la viga	26	16,5
<b>Total</b>	<b>158</b>	<b>100,0</b>
Ausentes	8	-

Elaboración propia

32. ¿Las barras de respaldo son removidas luego de la soldadura?

**Tabla 57** – Remover barras de respaldo

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	133	80,1
No	25	15,1
<b>Total</b>	<b>158</b>	<b>95,2</b>
Ausentes	8	4,8

Elaboración propia

33. ¿La construcción presenta estructuras de mampostería?

**Tabla 58** – Mampostería estructural

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	105	63,3
No	61	36,7
<b>Total</b>	<b>158</b>	<b>95,2</b>

Elaboración propia

34. ¿Cómo clasificaría la estructura de mampostería de la construcción?

**Tabla 59** – Clasificación de mampostería estructural

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Simple	63	60,0
Armada	36	34,3
Confinada	6	5,7
<b>Total</b>	<b>105</b>	<b>100,0</b>
Ausentes	61	-

Elaboración propia

35. ¿Qué tipos de piezas de mampostería aplica la constructora en sus edificaciones?

**Tabla 60** – Piezas de mampostería estructural

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Piezas de arcilla	14	13,3
Piezas silicio – calcáreas	47	44,8
Piezas de hormigón	36	34,3
Otros	8	7,6
<b>Total</b>	<b>105</b>	<b>100,0</b>
Ausentes	61	-

Elaboración propia

36. ¿Qué tipo de morteros de pega utiliza la constructora para la mampostería?

**Tabla 61** – Tipo de mortero

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Mortero fino	54	51,4
Mortero grueso	44	41,9
Otros	7	6,7
<b>Total</b>	<b>105</b>	<b>100,0</b>
Ausentes	61	-

Elaboración propia

37. ¿Qué tipo de cal utiliza la constructora para la preparación del mortero?

**Tabla 62** – Tipo de Cal

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Cal viva	39	37,2
Cal seca	6	5,7
Cal hidratada	60	57,1
<b>Total</b>	<b>105</b>	<b>100,0</b>
Ausentes	61	-

Elaboración propia

38. ¿Qué tipo de agua aplica la constructora para la elaboración del mortero de pega?

**Tabla 63** – Tipo de Agua

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Agua potable	92	87,6
Agua salada	4	3,8
Agua residual	7	6,7
Agua dulce	2	1,9
<b>Total</b>	<b>105</b>	<b>100,0</b>
Ausentes	61	-

Elaboración propia

39. ¿Las estructuras de mampostería de la edificación están reforzadas?

**Tabla 64** – Mampostería reforzada

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	96	91,4
No	9	8,6
<b>Total</b>	<b>105</b>	<b>100,0</b>
Ausentes	61	-

Elaboración propia

40. ¿La construcción presenta estructuras de madera?

**Tabla 65** – Estructura de madera

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	34	20,5
No	132	79,5
<b>Total</b>	<b>166</b>	<b>100,0</b>

Elaboración propia

41. ¿Qué tipo de madera utiliza para las estructuras?

**Tabla 66** – Tipo de madera

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Aserradas	5	3,0
Laminada	7	4,2
Rollizas	15	9,0
Blandas	4	2,4
Otras	2	1,2
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>100,0</b>
Ausentes	133	-

Elaboración propia

42. ¿La estructura de madera se encuentra expuesta al aire libre?

**Tabla 67** – Exposición de estructura de madera

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	28	84,8
No	5	15,2
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>100,0</b>
Ausentes	133	-

Elaboración propia

43. ¿Cómo clasificaría la durabilidad natural de la estructura de madera?

**Tabla 68** – Durabilidad de la estructura de madera

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Altamente resistentes	15	45,5
Resistentes	14	42,4
Moderadamente resistentes	4	12,1
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>100,0</b>
Ausentes	133	-

Elaboración propia

44. ¿La estructura de madera presenta sustancias preservantes?

**Tabla 69** – Sustancias preservantes

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	29	87,9
No	4	12,1
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>100,0</b>
Ausentes	133	-

Elaboración propia

45. ¿Qué tipo de preservantes presenta la estructura de madera?

**Tabla 70** – Tipo sustancias preservantes

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Creosotas	3	10,4
Oleo solubles u orgánicos	9	31,0
Hidrosolubles o inorgánicos	17	58,6
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>100,0</b>
Ausentes	137	-

Elaboración propia



46. ¿Cómo clasificaría el tratamiento de la madera aplicada en la construcción?

**Tabla 71** – Tratamiento de la Madera

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Fácil de tratar	6	18,2
Moderadamente tratable	25	75,8
Difícil de tratar	2	6,0
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>100,0</b>
Ausentes	133	-

Elaboración propia

47. ¿Los elementos metálicos aplicados en la estructura de madera son anti-corrosivos?

**Tabla 72** – Elementos metálicos anticorrosivos

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	33	100,0
No	-	-
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>100,0</b>
Ausentes	133	-

Elaboración propia

48. ¿La construcción presenta estructuras de guadúa?

**Tabla 73** – Estructuras de Guadúa

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	3	1,8
No	163	98,2
<b>Total</b>	<b>166</b>	<b>100,0</b>

Elaboración propia

49. ¿Los culmos de guadúa presentan deformaciones longitudinales?

**Tabla 74** – Deformaciones de Guadúa

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	-	-
No	3	100,0
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>100,0</b>
Ausentes	163	-

Elaboración propia

50. ¿Los culmos de guadúa presentan grietas longitudinales?

**Tabla 75** – Grietas en la Guadúa

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	2	66,7
No	1	33,3
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>100,0</b>
Ausentes	163	-

Elaboración propia

51. ¿La estructura de guadúa presentan sustancias preservantes?

**Tabla 76** – Sustancias preservantes

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	3	100,0
No	-	-
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>100,0</b>
Ausentes	163	-

Elaboración propia

52. ¿Qué tipo de preservantes presenta la estructura de guadúa?

**Tabla 77** – Tipo de preservantes

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Oleo solubles u orgánicos	1	33,3
Hidrosolubles o inorgánicos	2	66,7
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>100,0</b>
Ausentes	163	-

Elaboración propia

53. ¿Las edificaciones realizadas clasificarían como viviendas de hasta 2 pisos?

**Tabla 78** – Edificaciones clasifican como viviendas de 2 pisos

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	126	75,9
No	40	24,1
<b>Total</b>	<b>166</b>	<b>100,0</b>

Elaboración propia

54. ¿La configuración estructural de las viviendas es eficiente frente actividad sísmica?

**Tabla 79** – Estructura eficiente actividad sísmica

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	110	87,3
No	16	12,7
<b>Total</b>	<b>126</b>	<b>100,0</b>
Ausentes	40	-

Elaboración propia

55. ¿Los pórticos y muros de la vivienda están anclados a la cimentación?

**Tabla 80** – Pórticos y muros anclados a la cimentación

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	99	78,6
No	27	21,4
<b>Total</b>	<b>126</b>	<b>100,0</b>
Ausentes	40	-

Elaboración propia

56. ¿Los pórticos y muros de la vivienda presentan continuidad entre la cimentación y el muro inmediatamente superior?

**Tabla 81** – Pórticos y muros presentan continuidad en la plata superior

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	112	88,9
No	14	11,1
<b>Total</b>	<b>126</b>	<b>100,0</b>

Ausentes	40	-
----------	----	---

Elaboración propia

57. ¿El sistema de piso de la vivienda es regular y simétrico en cada planta?

**Tabla 82** – Sistema de piso de la vivienda es regular

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Si	108	85,7
No	18	14,3
<b>Total</b>	<b>126</b>	<b>100,0</b>
Ausentes	40	-

Elaboración propia

58. ¿La vivienda presenta irregularidades geométricas en la elevación?

**Tabla 83** – Irregularidades geométricas que presenta la vivienda

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Si	111	88,1
No	15	11,9
<b>Total</b>	<b>126</b>	<b>100,0</b>
Ausentes	40	-

Elaboración propia

59. ¿Las edificaciones desarrolladas presentan vidrios?

**Tabla 84** – Aplicación de vidrios en desarrollo de edificaciones

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Si	166	100,0
No	-	-
<b>Total</b>	<b>126</b>	<b>100,0</b>

Elaboración propia

60. ¿Los vidrios aplicados en la edificación cumplen con los parámetros de seguridad?

**Tabla 85** – Los materiales de vidrios cumplen con los parámetros de seguridad

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Si	157	94,6
No	9	5,4
<b>Total</b>	<b>166</b>	<b>100,0</b>

Elaboración propia

61. ¿Los vidrios aplicados en la edificación presentan características de estanquidad al agua?

**Tabla 86** – Los materiales de vidrios presentan características de estanquidad de agua

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Si	156	94,0
No	10	6,0
<b>Total</b>	<b>166</b>	<b>100,0</b>

Elaboración propia

62. ¿Los vidrios aplicados en la edificación presentan características de permeabilidad del aire?

**Tabla 87** – Materiales de vidrios presentan características de permeabilidad de aire

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Si	159	95,8

No	7	4,2
<b>Total</b>	159	100,0

Elaboración propia

63. ¿La edificación presenta puntos de concentración y/o espacios de uso público?

**Tabla 88** – Constructoras con accesibilidad universal

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	104	62,7
No	62	37,3
<b>Total</b>	166	100,0

Elaboración propia

64. ¿La edificación presenta las características básicas de uso y ocupación para las personas que accedan a la misma?

**Tabla 89** – Áreas comunes de la edificación cumplen con las características

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	102	98,8
No	2	1,2
<b>Total</b>	104	100,0
Ausentes	62	

Elaboración propia

65. ¿Los puntos de concentración y/o espacios de uso público presentan elementos que facilitan su accesibilidad?

**Tabla 90** – Edificación presenta elementos de accesibilidad

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	99	95,2
No	5	4,8
<b>Total</b>	104	100,0
Ausentes	62	

Elaboración propia

66. ¿La edificación provee seguridad y protección contra incendios?

**Tabla 91** – Aplicación de seguridad contra incendios

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	135	81,3
No	31	18,7
<b>Total</b>	166	100,0

Elaboración propia

67. ¿La edificación presenta una estructura que facilita la posibilidad de supervivencia de sus ocupantes en caso de incendios?

**Tabla 92** – La estructura presenta áreas que facilitan la supervivencia

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	131	78,9
No	35	21,1
<b>Total</b>	166	100,0

Elaboración propia

68. ¿La edificación presenta un sistema contra incendios?

**Tabla 93** – La edificación presenta sistemas contra incendios

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	134	80,7
No	32	19,3
<b>Total</b>	<b>166</b>	<b>100,0</b>

Elaboración propia